

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE AT



Volumen I

**Memoria – Pliego de Condiciones – Estudio Básico de
Seguridad y Salud – Presupuesto**

Autor: Carlos Salguero Monje
Director: Andreas Sumper
Convocatoria: Junio 2017

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE AT



Memoria

Autor: Carlos Salguero Monje
Director: Andreas Sumper
Convocatoria: Junio 2017

Índice Memoria

Resum.....	5
Resumen.....	5
Abstract	5
Agradecimientos	7
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	9
1.1. Antecedentes	9
1.2. Objeto del proyecto.....	10
1.3. Solicitante	10
1.4. Emplazamiento	10
1.5. Descripción del proyecto.....	11
1.5.1. Descripción de la subestación transformadora de alimentación.....	11
1.5.2. Características de la línea aérea de AT.....	11
1.5.3. Características de la línea subterránea de AT	11
1.5.4. Características de los centros de transformación	11
1.6. Afectaciones y expropiaciones.....	12
1.7. Plan de gestión de la calidad	13
1.8. Justificación normas técnicas particulares aplicadas	13
1.9. Nomenclatura	14
1.10. Puesta en marcha	14
CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN	15
2.1. Normativa de referencia	15
2.1.1. Línea aérea de AT	15
2.1.2. Línea subterránea de AT	16
2.2. Características de la línea aérea de AT	18
2.3. Conductor aéreo	18
2.4. Apoyos	19
2.5. Armados.....	20
2.5.1. Armado disposición en tresbolillo.....	20
2.5.2. Armado en disposición cruceta horizontal.....	21
2.6. Cimentaciones	21
2.7. Cadenas de aisladores	22
2.7.1. Cadenas de amarre	23

2.8.	Herrajes	23
2.9.	Grapas	24
2.10.	Puesta a tierra	24
2.11.	Aparamenta de la línea aérea de Alta Tensión	25
2.11.1.	Reconector automático	25
2.11.2.	Seccionadores	25
2.11.3.	Pararrayos	26
2.12.	Señalización	27
2.13.	Características de la línea subterránea de AT	27
2.14.	Conductor subterráneo	28
2.15.	Entronque aéreo – subterráneo	30
2.15.1.	Terminales	30
2.16.	Zanjas	30
2.16.1.	Zanjas en aceras	30
2.16.2.	Zanjas en calzada	31
2.17.	Conductores	31
2.17.1.	Tendido del cable en zanja abierta	31
2.17.2.	Tendido del cable en tubos	32
CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		33
3.1.	Normativa aplicable	33
3.2.	Características generales del centro de transformación	35
3.3.	Potencia instalada	36
3.4.	Ubicación de los centros de transformación	36
3.5.	Interconexión de los Centros de Transformación	37
3.5.1.	Sistema en bucle o anillo abierto	37
3.6.	Centro de transformación prefabricado Ormazabal	37
3.6.1.	Generalidades	37
3.6.2.	Envolvente	38
3.6.3.	Placa piso	39
3.6.4.	Puertas de acceso	39
3.6.5.	Ventilación	39
3.6.6.	Cimentación	40
3.6.7.	Alumbrado	40
3.6.8.	Medidas de seguridad	40
3.7.	Celdas modulares	42
3.7.1.	Características de las celdas	42
3.7.2.	Funciones de celda	46

3.7.3.	Características eléctricas	46
3.7.4.	Función de línea	47
3.7.5.	Función de protección del transformador	48
3.7.6.	Fusibles de Alta Tensión	48
3.7.7.	Comprobación por densidad de corriente	49
3.7.8.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	49
3.7.9.	Comprobación por sollicitación térmica	49
3.8.	Transformador	50
3.8.1.	Características generales del transformador	50
3.8.2.	Refrigeración de los transformadores.....	51
3.8.3.	Puentes de alta tensión.....	51
3.8.4.	Puentes de baja tensión.....	51
3.9.	Cuadro de distribución de BT	51
3.9.1.	Unidades funcionales	52
3.10.	Protecciones de los transformadores	53
3.10.1.	Protección contra sobreintensidades	53
3.10.2.	Protección contra sobrecargas.....	53
3.10.3.	Coordinación de aislamiento.....	54
3.10.4.	Pararrayos de protección	54
3.10.5.	Protección contra sobrecalentamiento del transformador	55
3.11.	Sistema de puesta a tierra.....	55
3.11.1.	Tierra de protección	56
3.11.2.	Tierras de servicio	57
CAPÍTULO 4:	PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO	59
CAPÍTULO 5:	CONCLUSIONES	63
5.1.	Conclusiones generales	63
CAPÍTULO 6:	BIBLIOGRAFÍA	65
6.1.	Referencias bibliográficas	65
6.2.	Bibliografía de consulta.....	65
6.3.	Bibliografía Web	66

Resum

El present *Projecte Elèctric d'una Línea d'AT* té per objecte l'estudi de les condicions tècniques, d'execució i econòmiques d'una línia elèctrica d'Alta Tensió de 40 kV, i dels seus corresponents Centres de Transformació, que transportaran una potència de 12 MW per alimentar al polígon industrial "La Clota". La línia elèctrica tindrà el seu inici a la subestació elèctrica de Centelles (Banyeres) i fanatitzarà al polígon industrial "La Clota" a la localitat de Tona, província de Barcelona. La longitud de la línia aèria serà de 4.172 metres.

Resumen

El presente *Proyecto Eléctrico de una Línea de AT* tiene por objeto el estudio de las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de una línea eléctrica aérea de Alta Tensión de 40 kV, así como de sus correspondientes Centros de Transformación, que transportará una potencia 12 MW para alimentar al polígono industrial "La Clota". La línea eléctrica tendrá su inicio en la subestación eléctrica de Centelles (Banyeres) y finalizará en el polígono industrial "La Clota" en la localidad de Tona, provincia de Barcelona. La longitud de la línea aérea será de 4.172 metros.

Abstract

The present *Electrical Project of a HV Line* has as its object the study of the technical, execution and economic conditions of a 40 kV high voltage overhead power line, as well as its corresponding Transformer Substations, which will transport a 12 MW power to feed the industrial zone "La Clota". The power line will start at the electrical substation of Centelles (Banyeres) and end in the industrial zone. "La Clota" in the town of Tona, province of Barcelona. The length of the overhead power line will be 4,172 meters.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que ha confiado en mí y han hecho posible que haya llegado hasta aquí.



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El incremento de la actividad industrial que se viene desarrollando en la comarca d'Osona, unido al importante crecimiento urbanístico y demográfico experimentado en los últimos años, gracias a la mejora en las infraestructuras del transporte y la comunicación, han hecho de la comarca un referente para la implantación de nuevas industrias.

Debido al encarecimiento del suelo del área metropolitana de Barcelona, la actividad industrial se ha ido trasladando a las comarcas que la rodean por el menor coste que supone para las empresas.

La gran demanda de superficies destinadas a polígonos industriales, para satisfacer las necesidades tanto de la población como de la industria, ha llevado al consistorio de Tona (peticionario) a solicitar la realización del presente proyecto para poder cubrir dichas necesidades en cuanto a suministro de energía.

Tona, con un término municipal de 16,47 km² y una altitud media de 598 m sobre el nivel del mar, forma parte de la Plana de Vic dentro de la comarca d'Osona. A tan solo 10 km de Vic y situado estratégicamente entre Barcelona (a 59 km), Manresa (a 57 km) y Girona (a 86 km), disfruta de una red de carreteras que hacen a la población muy accesible desde cualquier punto de Cataluña.

Con una población de 7.951 habitantes (año 2016), Tona cuenta con una densidad de población de 482,76 hab./km².

Climatológicamente hablando, Tona cuenta con:

Precipitación media:	587 mm
Temperatura media:	12,5 °C
Media de temperaturas máximas:	17,9 °C
Media de temperaturas mínimas:	8,3 °C
Velocidad media del viento	2,1 m/s



Dirección dominante	SW
Humedad relativa media	71%
Irradiación global media diaria	15,5 MJ/m ²

*Datos obtenidos entre los años 1997-2015 por el Servei Metereologic de Catalunya (Meteocat).

Tona se encuentra bien comunicado por carretera, con acceso a la autovía C17 que la enlaza con Vic y Barcelona, además de los enlaces a la carretera nacional N-152 y la comarcal BV-5303. Dispone de línea regular de autobuses de la empresa Sagalés con conexión con Granollers, Manresa o Vic entre otros. Por tren, dispone de la línea R3, Barcelona-Puigcerdà, de cercanías de RENFE, estación de Balenyà-Tona-Seva a 2km del pueblo.

1.2. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el estudio y descripción de las condiciones técnicas, valoración del coste económico de la línea eléctrica de alta tensión de 40 kV y de los correspondientes centros de transformación, que darán suministro al polígono industrial “la Clota” en la localidad de Tona.

El proyecto se compondrá de los documentos siguientes: memoria, cálculos justificativos, planos, presupuesto, pliego de condiciones y estudio de seguridad y salud, necesarios para la realización de la construcción y montaje de las instalaciones, según descripciones y requisitos especificados en el mismo y de acuerdo con la normativa.

Así mismo, este proyecto servirá como base para la obtención de las autorizaciones pertinentes para la puesta en servicio de la instalación.

1.3. Solicitante

Nombre:	Ajuntament de Tona
C.I.F.:	P0828300D
Domicilio social:	Carrer de la Font, 8-10 - 08551 Tona
Teléfono:	938 870 201
Fax:	938 870 498
E-mail:	tona@tona.cat

1.4. Emplazamiento

El polígono industrial “La Clota” se encuentra situado en la población de Tona, municipio de la Plana de Vic en la comarca d’Osona, provincia de Barcelona.

Las delimitaciones del polígono son las que siguen: al Norte, con el municipio de Tona; al Este, con la calle Pep Ventura del mismo municipio; al Oeste, con zonas agrícolas; y al Sur con la pequeña zona boscosa de “els pins de ca l’agnès”.

Dicho emplazamiento queda reflejado en el plano “02 Emplazamiento pol. Industrial La Clota” delimitado mediante una línea de color rojo, que comprende una superficie de 55.037 m².

1.5. Descripción del proyecto

1.5.1. Descripción de la subestación transformadora de alimentación

La línea de alta tensión tiene origen en la subestación transformadora de Centelles (Banyeres) propiedad de la compañía eléctrica “Estabanell Energia” situada a 200 metros de la autovía C17 (carretera Barcelona-Puigcerdà).

La subestación de Centelles (Banyeres) dispone de una potencia suficiente para alimentar el polígono industrial “La Clota”. Dicha subestación es alimentada a 220 kV y proporciona una tensión de salida de 40 kV.

1.5.2. Características de la línea aérea de AT

La línea eléctrica de Alta Tensión de 40 kV, se ha proyectado para dar suministro al polígono industrial “la Clota”. Se ha dimensionado teniendo en cuenta un aumento del 20% de potencia para posibles ampliaciones del polígono en un futuro.

La longitud del tramo aéreo es de 4.172 metros, atraviesa principalmente terrenos agrícolas de la comarca d’Osona, y estará sustentado por 18 apoyos para este fin.

El proyecto se sitúa en al sur de la comarca d’Osona.

1.5.3. Características de la línea subterránea de AT

La línea eléctrica proyectada posee un tramo de línea subterránea que tiene inicio en el entronque aérea-subterránea del último apoyo de la línea eléctrica (apoyo nº 18) y transcurre a través de la superficie destinada a albergar el polígono industrial “la Clota” abasteciendo en alta tensión (40 kV) a los diferentes Centros de Transformación distribuidos sobre la superficie.

La distribución se realizará mediante una red en anillo o bucle abierto. Se instalará un punto de apoyo, mediante la caseta prefabricada del CT 1, que albergará las correspondientes celdas de protección que permitirán el cierre del anillo a fin de realizar maniobras de abastecimiento al polígono.

1.5.4. Características de los centros de transformación

Los Centros de Transformación, distribuidos sobre la superficie a urbanizar, reducirán la tensión de distribución de 40 kV a una tensión trifásica de 400 V entre fases, lista para el consumo en Baja Tensión.

La ubicación de los CT’s se ha determinado considerando los aspectos siguientes:

- El emplazamiento del CT será tal que su acceso se realice siempre directamente desde la calle o vial público a través de una puerta ubicada en línea de fachada.

- El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, que salgan de él, hacia vías públicas o galerías de servicio.
- El nivel freático más alto se encontrará 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.
- En los CT de edificio independiente, el terreno donde se elija el emplazamiento, será capaz de soportar las presiones que le transmitan las cimentaciones superficiales directas.

En cuanto al acceso, se considerarán los siguientes aspectos:

- El acceso se efectuará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.
- El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de la empresa distribuidora. Este acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.
- Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte en camión, hasta el lugar de ubicación del propio CT, de los transformadores y demás elementos integrantes del mismo.

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- La manipulación e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- La ejecución de las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

En la distribución del CT deberá preverse el espacio necesario para posibles ampliaciones, de modo que permita como mínimo la instalación de tres celdas de línea de AT.

1.6. Afectaciones y expropiaciones

Los diferentes tipos de afectaciones y expropiaciones que se puede dar son:

- *Ocupación temporal.* Para la realización de las obras de construcción relativas a la línea eléctrica, bien con medios técnicos propios o bien mediante empresas externas, restableciendo la finca a su estado original, a excepción de las partes de ocupación definitiva.

- *Ocupación definitiva.* Será de ocupación definitiva un cuadrado de 6 metros alrededor de los soportes de la línea.
- *Servidumbre de vuelo.* La franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, será de 8 metros de ancho.
- *Servidumbre de paso.* Para poder realizar la explotación y el mantenimiento necesario de la línea.

El ayuntamiento de Tona tramitará los permisos para la realización de las obras e instalaciones necesarias que se lleven a cabo en los terrenos de los propietarios afectados.

1.7. Plan de gestión de la calidad

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto, en las normas técnicas generales y en las de la compañía distribuidora.

El Contratista presentará al Director Técnico los catálogos y certificados de garantía o de homologación de los materiales que se vayan a emplear, no pudiendo emplearse aquellos materiales que no hayan sido aceptados por éste. Así mismo, deberá examinar las condiciones existentes para lograr la instalación de acuerdo con la intención del proyecto.

Se examinarán las condiciones bajo las que se deberá ejecutar la obra y no se iniciará la instalación hasta que las condiciones sean las adecuadas.

La instalación se realizará de acuerdo con las verificaciones finales y las indicaciones de los fabricantes. Se verificarán las medidas y dimensiones en el lugar donde se ejecute el proyecto y se coordinará el trabajo con las otras partes.

Todo el trabajo, materiales y equipos estarán garantizados libre de defectos. Dentro del período de garantía estipulado, todo material o trabajo defectuoso así como el perjuicio resultante sobre terceros, será reemplazado o reparado sin cargo alguno, de modo rápido y con el mínimo perjuicio para la propiedad.

Mientras dure la ejecución de las obras, todo perjuicio directo o indirecto, que pueda ocasionarse a cualquier persona, propietaria o servicio ya sea público o privado, y también, las consecuencias de los actos del personal que realice el trabajo o por negligencia o deficiencia en la organización de la obra, serán responsabilidad del contratista.

1.8. Justificación normas técnicas particulares aplicadas

La compañía eléctrica “Estabanell Energia”, propietaria de la subestación transformadora de Centelles (Banyeres), de la que parte la línea que alimentará el polígono industrial “La Clota”, es una compañía eléctrica distribuidora relativamente pequeña por lo que no dispone de normativa técnica particular referente a condiciones técnicas de líneas aéreas y subterráneas

de alta tensión, y centros de transformación. Por tanto, para completar las especificaciones técnicas del *Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión* (R.E.L.A.T.) y del *Reglamento de Instalaciones de Alta Tensión* (ITC-RAT), se han utilizado las Normas Técnicas Particulares (NTP) de la compañía eléctrica FECSA-ENDESA, siendo conscientes de que éstas son para suministro de hasta 25 kV, correspondiente a Media Tensión, y la línea proyectada es de 40 kV, correspondiente a Alta Tensión, ya que no hay una gran diferencia de tensiones y no existe normativa técnica de referencia para líneas aéreas de alta tensión.

1.9. Nomenclatura

La nomenclatura utilizada en el presente proyecto relativa al sistema de unidades internacional, especificado en la norma UNE 82100.

1.10. Puesta en marcha

El proceso que se seguirá durante la ejecución del proyecto y su puesta en marcha se realizará mediante los siguientes pasos:

- Permisos y legalizaciones
- Adecuación del terreno
- Colocación de los apoyos, armados, aisladores, puesta a tierra, herrajes y aparamenta.
- Apertura de zanjas conductor subterráneo
- Colocación conductor subterráneo
- Montaje completo de los centros de transformación
- Tendido del conductor aéreo
- Pruebas de ensayo
- Conexiones de AT
- Maniobras y conexión a red

Tras la realización de las obras e instalaciones, así como de las oportunas verificaciones, se establece, según pliego de condiciones y previo pago de una parte del presupuesto, la recepción provisional, iniciándose el plazo de garantía de 1 año.

CAPÍTULO 2

CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

2.1. Normativa de referencia

2.1.1. Línea aérea de AT

R.L.E.A.T.	Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, BOE núm. 68.
NTP-LAMT	Norma Técnica Particular Líneas Aéreas de Media Tensión de FECSA-ENDESA.
R.E.B.T.	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18 de septiembre de 2002.
CEI 1238-1	Conectores y presión mecánica para cables de energía con alma de acero o aluminio.
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por los envoltentes de material eléctrico contra los impactos mecánicos externos (Código IK).
UNE-EN 60099	Pararrayos de óxidos metálicos.
UNE-EN 60129	Seccionadores de corriente alterna para Alta Tensión y seccionadores de puesta a tierra.

UNE-EN 60265	Interruptores e interruptores automáticos.
UNE-EN62271-102	Seccionalizadores.
UNE 21018	Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas.
UNE 21021	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE 21056	Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acopladas de acero-cobre.
UNE 21120	Cortacircuitos fusibles limitadores de corriente para alta tensión.
UNE 2302-441	Vocabulario electrotécnico. Paralaje y fusibles.
UNE 21909	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 kV. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE 50182	Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.
AMYS 1.4-10	Placas de señalización de seguridad relacionadas con la electricidad. Tipo, normalización y uso
GE ADZ001	Criterios de diseño de líneas aéreas de MT.
GE AND009	Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas de MT.
GE AND012	Aisladores compuestos para líneas aéreas de MT.
GE AND014	Brazos aislantes de compuestos para líneas aéreas de MT.
GE NNZ035	Picas cilíndricas para puesta a tierra.

2.1.2. Línea subterránea de AT

R.L.E.A.T.	Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, BOE núm. 68.
NTP-LSMT	Norma Técnica Particular Líneas Subterráneas de Media Tensión de FECSA-ENDESA.
UNE-EN ISO 9001	Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.



UNE-EN ISO 9001:2000	Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa.
UNE-EN 50102	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos externos.
UNE-EN 50269: 1999	(PARTES 1, 2 y 3) Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales de cables eléctricos. Parte 2: Determinación del grado de acidez (corrosividad) de los gases por medición del pH y la conductividad.
UNE-EN 60071	Coordinación de Aislamiento.
UNE-EN 60099	Pararrayos de óxidos metálicos.
UNE EN 60228: 2005	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60230: 2002	Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
UNE-EN 60811/1-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 1: Medidas de espesores y diámetros. Ensayos para la determinación de las propiedades mecánicas.
UNE-EN 60811/1-2	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 2: Métodos de envejecimiento térmico.
UNE-EN 60811/1-3	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 3: Métodos para determinar la densidad. Ensayos de absorción de agua. Ensayo de contracción.
UNE-EN 60811/1-4	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 4: Ensayos a baja temperatura.
UNE-EN 60811/2-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 2: Métodos específicos para materiales elastoméricos. Sección 1: Ensayos de resistencia al ozono. Ensayo de alargamiento en caliente. Ensayo de resistencia al aceite mineral.
UNE-EN 60811/3-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 3: Métodos específicos para mezclas de PVC. Sección 1: Ensayo de presión a alta temperatura. Ensayo de resistencia a la fisuración.
UNE-EN 60811/3-2	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos. Parte 3: Métodos específicos para

mezclas de PVC. Sección 2: Ensayo de pérdida de masa. Ensayo de estabilidad térmica.

UNE 21022-82	Conductores de cables aislados.
UNE 21143-85	Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección, y que se aplican por extrusión.
UNE 21175-91/2	Métodos de ensayo eléctricos para cables eléctricos. Ensayo de descargas parciales.
UNE 21175-93/3	Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos.

2.2. Características de la línea aérea de AT

Número de derivaciones:	ninguna
Número de apoyos:	18
Longitud de la línea:	4.172 m
Tensión nominal:	40 KV
Potencia a transportar:	12 MW
Número de circuitos:	1
Número de conductores por fase:	1
Tipo de conductor de fase:	LA-110
Tipo de aislamiento:	polimérico a base de goma de silicona
Nivel de polución:	20 mm/kV
Aislador seleccionado:	CS 70 YB 45PU
Número de aisladores por cadena:	1

2.3. Conductor aéreo

Las características generales del conductor LA-110 son las siguientes:

- Designación UNE-EN 50 182:2001: 94-AL1/22-ST1A (LA-110)
- Sección total: 116,2 mm²
- Sección equivalente en cobre: 60 mm²
- Diámetro total: 14 mm
- Composición (Nº de alambres Al/Ac): 30+7

- Peso del conductor: 432,5 kg/km
- Carga de rotura: 43,17 kN
- Coeficiente de dilatación lineal: $\lambda = 17,9 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
- Módulo de elasticidad final: $E = 80.000 \text{ N/mm}^2$
- Resistencia eléctrica a 20° C: 0,3067 Ω/km
- Reactancia kilométrica: 0,423 Ω/km
- Intensidad admisible: 318,04 A
- Densidad máxima de corriente: $\delta = 2,737 \text{ A/mm}^2$

2.4. Apoyos

Los apoyos empleados cumplirán lo establecido en el apartado 2.4 de la ITCLAT 07 del R.L.E.A.T., y en la recomendación UNESA 6704.

Serán metálicos y formados por perfiles de acero laminado, unidos por tornillos o soldados y galvanizados por inmersión en caliente.

Cada uno de los apoyos se marcará con el número que le corresponda según la numeración dada en el proyecto. Además, llevarán una señal triangular distintiva de riesgo eléctrico en una de sus caras, según las dimensiones y colores que se especifican en la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14 con rótulo adicional Alta tensión. Riesgo eléctrico.

Las medidas y tolerancias de los angulares serán los establecidos en la norma UNE EN 10056, se podrán admitir otros angulares de lados iguales de uso frecuente cumpliendo con las tolerancias de la norma UNE EN 10056-2.

Los tornillos tendrán la medida indicada en la UNE EN ISO 4016, cumplirán lo indicado en la UNE EN ISO 898-1 y serán de calidad mínima 5.6.

Las arandelas cumplirán lo establecido en la ISO 7091, serán de 8 mm de espesor nominal e impedirán que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% de su espesor.

Tabla 1. Apoyos adoptados

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO ADOPTADO
1	Fin de línea	GRACO-66kV-3500-12-H-2
2	Amarre de ángulo	GRACO-66kV-2500-24-B1
3	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-28-B1
4	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-28-B1
5	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
6	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
7	Anclaje de ángulo	GRACO-66kV-1500-16-B1
8	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
9	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-28-B1

10	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-28-B1
11	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-28-B1
12	Anclaje de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
13	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
14	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
15	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-26-B1
16	Amarre de alineación	GRACO-66kV-1500-22-B1
17	Amarre de ángulo	GRACO-66kV-3500-20-B1
18	Fin de línea	GRACO-66kV-3500-16-H-2,5

2.5. Armados

Los armados empleados serán de las mismas características y tratamiento preservante establecido para los apoyos, siendo capaces de soportar los esfuerzos a que están sometidas y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

Se ha calculado la distancia mínima entre conductores para la elección de los armados, especificados en el apartado de cálculos

2.5.1. Armado disposición en tresbolillo

Los armados tipo B1 se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía; se incorporarán en apoyos de anclaje, alineación y ángulo. Compuestos de tramo de cabeza y brazos de cruceta, totalmente atornillados y formados por perfiles de angulares. Los brazos estarán provistos de dispositivos para amarre.

Cada armado se instalará en función del apoyo tipo seleccionado según las dimensiones detalladas.

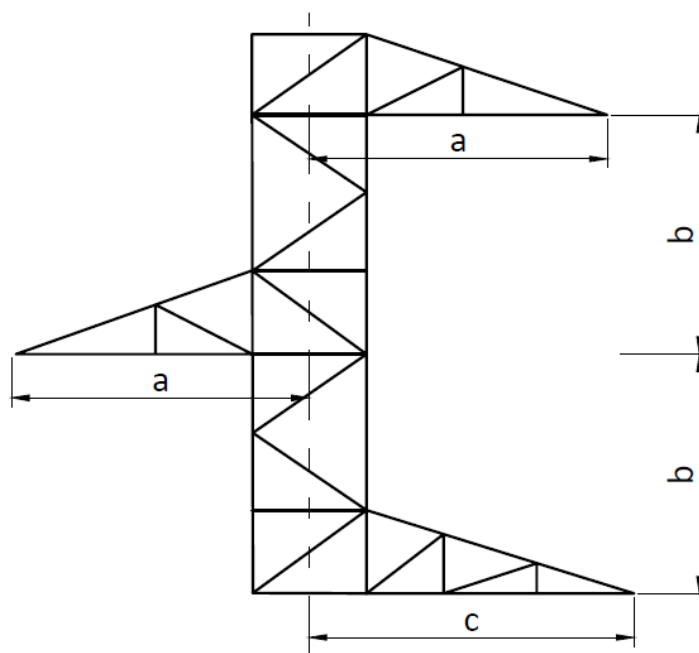


Figura 1. Armado disposición tresbolillo

Tabla 2. Dimensiones armado B1 (Fammsa)

Tipo: B1		
a (m)	b (m)	c (m)
2,00	1,32	2,50
Proveedor: Fammsa		

2.5.2. Armado en disposición cruceta horizontal

Los armados tipo H se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía; se incorporarán en apoyos de final de línea. Compuestos de tramo de cabeza y brazos de cruceta, totalmente atornillados y formados por perfiles de angulares. Los brazos estarán provistos de dispositivos para amarre.

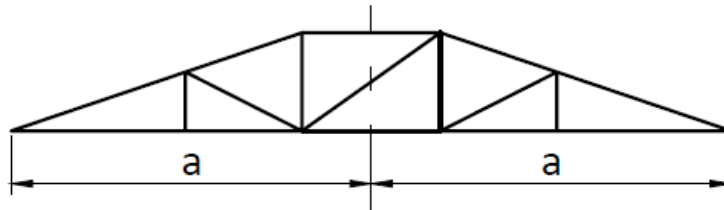


Figura 2. Armado cruceta horizontal

Tabla 3. Dimensiones armado H (Fammsa)

Tipo	H	
a (m)	2,00	2,50
Proveedor: Fammsa		

2.6. Cimentaciones

Las cimentaciones seleccionadas para cada apoyo serán las determinadas en la memoria de cálculos tal como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Cimentaciones seleccionadas

Nº APOYO	APOYO ADOPTADO	CIMENTACIÓN (axhxV)*
1	GRACO-66kV-3500-12-H-2	1,71-2,05-5,99
2	GRACO-66kV-2500-24-B1	2,13-2-9,07
3	GRACO-66kV-1500-28-B1	2,27-1,75-9,02
4	GRACO-66kV-1500-28-B1	2,27-1,75-9,02
5	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
6	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
7	GRACO-66kV-1500-16-B1	1,85-1,65-5,65
8	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
9	GRACO-66kV-1500-28-B1	2,27-1,75-9,02
10	GRACO-66kV-1500-28-B1	2,27-1,75-9,02
11	GRACO-66kV-1500-28-B1	2,27-1,75-9,02
12	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
13	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
14	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47
15	GRACO-66kV-1500-26-B1	2,2-1,75-8,47

16	GRACO-66kV-1500-22-B1	2,06-1,7-7,21
17	GRACO-66kV-3500-20-B1	1,99-2,25-8,91
18	GRACO-66kV-3500-16-H-2,5	1,85-2,15-7,36

* a: ancho en metros; h: alto en metros; V: volumen en metros cúbicos

2.7. Cadenas de aisladores

Las cadenas de aisladores estarán compuestas por un elemento aislador de compuestos poliméricos a base de goma de silicona.

El elemento aislador a utilizar se ha determinado teniendo en cuenta la tensión más elevada de la línea y el nivel de contaminación expuesto. La designación del elemento aislador es CS 70 YB 45PU, y se corresponde con la norma de acoplamiento 16 según UNE 21009.

Las características más significantes del elemento aislador son:

Designación:	CS 70 YB 45PU
Tensión nominal:	45 kV
Tensión más elevada:	52 kV
Línea de fuga mínima:	1864 mm
Línea de fuga protegida:	807 mm
Tensión soportada a impulso tipo rayo:	325 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia:	135 kV
Nivel de polución:	Medio
Longitud cadena aislador aproximada:	818 mm
Torsión:	6 daN·m
Carga mecánica especificada:	70 kN

Además, presentan las siguientes características:

- Aisladores compuestos por núcleo de fibra de vidrio con resina epoxi y envolvente de silicona.
- Núcleo de resina epoxy con fibra de vidrio E.C.R. (Eléctrica y Químicamente Resistente).
- Silicona libre de EPDM.
- Aisladores antivandálicos.
- Aisladores hidrófugos.
- Aisladores altamente ecológicos en su utilización.
- Sistema de aletas inclinadas con dos diámetros diferentes, con amplia línea de fuga protegida.

- Color gris cielo S1502G según UNE 48103 (RAL 7035) que no produce impacto visual.

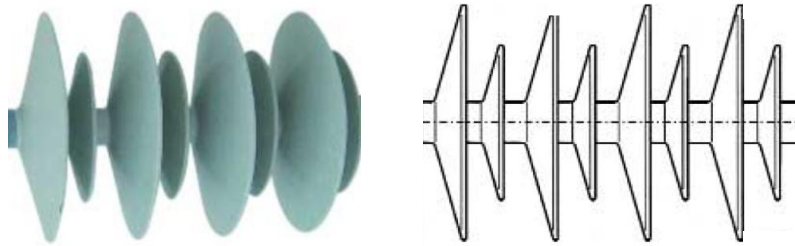


Figura 3. Aislador CS 70 YB 45P

2.7.1. Cadenas de amarre

Se utilizarán las cadenas de aisladores de amarre en los apoyos de fin de línea, alineación, ángulo y anclaje. Estarán formadas por los elementos que se detallan a continuación, tal como queda reflejado en la figura (4).

Horquilla bola HB-16

Aislador CS 70 YB 45PU

Rótula larga R-16P

Grapa de amarre GA-2

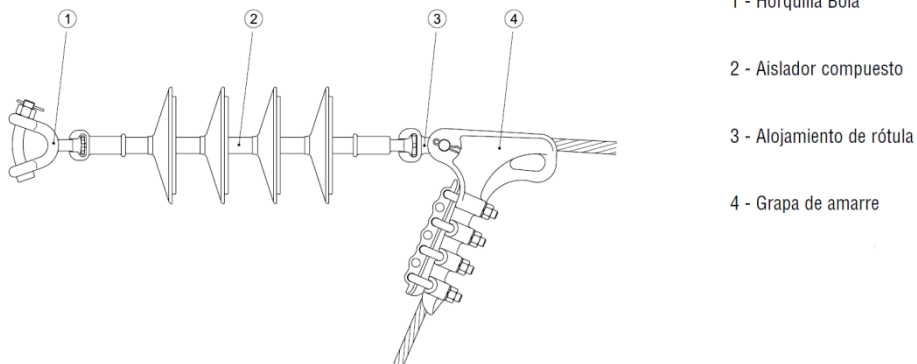


Figura 4. Aislador en cadena de amarre.

2.8. Herrajes

Los herrajes empleados para la formación de las cadenas de aisladores serán de paso 16 y se ajustarán a lo indicado a la Norma GE AND009. Los ensayos de comprobación deberán cumplir lo especificado en la norma UNE 2106.

Los herrajes a empleados presentan las siguientes características:

Tipo: HB 16

Elemento: Horquilla bola

Métrica: 16

Carda rotura mínima: 100 kN

Resistentes a la corrosión

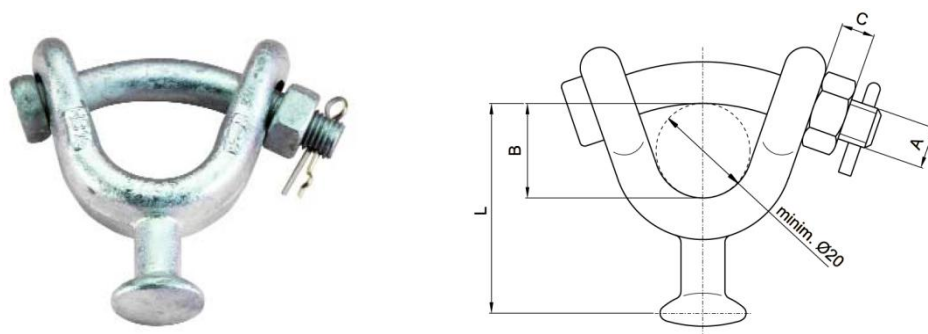


Figura 5. Horquilla bola HB16

2.9. Grapas

Para la unión del conductor a la cadena de aisladores se emplearán grapas de amarre. Éstas deberán ajustarse a la Norma GE AND009.

Las empleadas presentan las siguientes características:

Tipo: GA 2

Carga de rotura mínima: 60 kN

Par de apriete: 3,5 daN·m

Carga de trabajo: 3500 daN

Según el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07 del RLEAT, las grapas de amarre del conductor deberán soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo sin que se produzca su deslizamiento.

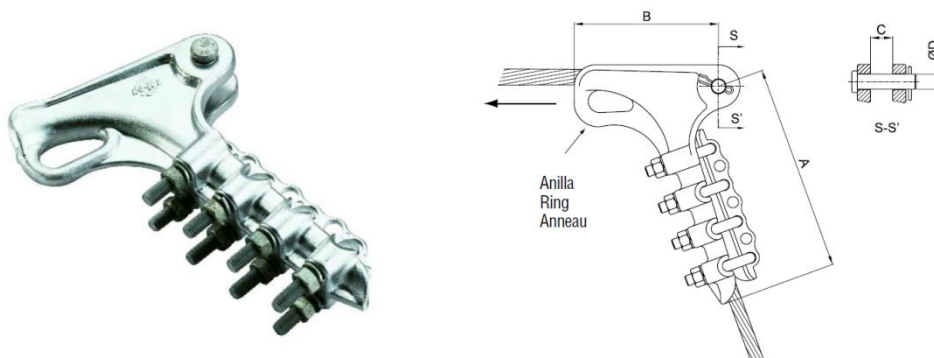


Figura 6. Grapa de amarre GA 2

2.10. Puesta a tierra

Los apoyos deberán conectarse a tierra siguiendo las especificaciones de la ITC-LAT 07 del R.E.L.A.T. en su apartado 7, sobre “sistema de puesta a tierra”.

En aquellos apoyos situados en lugares de pública concurrencia, se aplicará lo dispuesto en el apartado 5.6 de la NTP-LAMT de FECSA-ENDESA, por lo que se dispondrá de una toma de tierra

en forma de anillo cerrado, situado alrededor de la cimentación a una distancia de las aristas de ésta de 1m y enterrado a una profundidad de 0,5 m. Al anillo se le conectarán picas de 2 m de longitud, 14 mm de diámetro y 300 mm de espesor de recubrimiento de cobre, hincadas en el terreno, de modo que se obtenga un valor de resistencia inferior a 20 Ω .

Así mismo, la estructura metálica de los apoyos se conectará a tierra, y todos los herrajes auxiliares, así como la tierra de los pararrayos y el chasis de la aparamenta se deberán conectar a una línea general de tierra conectada a al anillo de puesta a tierra.

2.11. Aparamenta de la línea aérea de Alta Tensión

Cumpliendo con la normativa de FECSA-ENDESA y el RELAT, la línea estará protegida contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones.

2.11.1. Reconectador automático

Se trata de un interruptor automático instalado en el inicio de la línea eléctrica en la subestación transformadora de Centelles (Banyeres), tal como queda contemplado en el artículo 39 de RLAT. Dicho interruptor es capaz de abrir el circuito con la corriente de cortocircuito prevista incorporando, además, un automatismo capaz de desconectar cuando detecta el paso a través suyo de una corriente de defecto predeterminada, y reconectar posteriormente en unas condiciones y tiempos también prefijados. La maniobra es trifásica simultánea en las tres fases.

La compañía distribuidora Estabanell Energia será la encargada de la colocación y puesta en marcha de dichos interruptores automáticos en la subestación transformadora de Centelles (Banyeres), por lo que quedarán fuera del alcance de este proyecto.

2.11.2. Seccionadores

Para la maniobra de la línea se instalarán tres seccionadores unipolares en cada apoyo de principio y fin de línea.

Los seccionadores serán tipo intemperie y estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad, tal como indica la ITC-LAT 07.

El seccionador será el modelo EJI de ELECTROTAZ cuyas características son:

Tensión nominal:	52 KV
Puesta a tierra:	Sí
Corriente de cresta :	50 KA

2.11.3. Pararrayos

Los pararrayos deberán estar diseñados para su instalación en intemperie, y de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-EN 60099-4. Se instalarán en las conversiones de línea aérea a línea subterránea, para proteger a la línea de posibles sobretensiones.

El pararrayos irá fijado a la instalación correspondiente, mediante brazo aislante dotado de un agujero de 13 mm de diámetro paralelo al eje del pararrayos. El material aislante del brazo deberá soportar el ensayo de envejecimiento de 1000 horas según el apartado 9.7.10 de la norma CEI 60099-4 A2/10:2001.

Serán del tipo de óxido de zinc y borna de conexión cilíndrica, y estarán constituidos por una columna de elementos activos formados por una o varias unidades montadas unas sobre otras y conectadas eléctricamente en serie. Cada unidad de elementos activos estará alojada en una envuelta cilíndrica de tubo de vidrio reforzado con resina epoxy herméticamente cerrada. Deberán estar dotados de un limitador de presión que impida una rotura violenta de la envuelta provocada por un posible defecto eléctrico interno del pararrayos.

Se instalarán seis pararrayos tres al inicio de la línea aérea y tres al final de ésta en los apoyos de inicio y fin de línea, para evitar sobretensiones de tipo atmosférico. Sus bornes de tierra se conectarán a la toma de tierra del apoyo.

Los pararrayos empleados presentarán una tensión nominal asignada de 42 kV y una tensión de funcionamiento continuo de 34 kV. El diámetro máximo del aislador externo será de 106 mm y la longitud máxima del pararrayos de 570 mm. Los bornes de conexión serán preferentemente de M-12. Línea de fuga de 1135 mm.

Estarán equipados con un desconectador de tierra que previene el corte de suministro en la línea, al desconectar automáticamente de la misma, el pararrayos en cortocircuito. Además, proporcionarán indicación del fallo del pararrayos permitiendo así su rápida detección y sustitución.

El pararrayos seleccionado será el modelo INZP 4210 de INAEL, que presenta las siguientes características:

Tensión asignada (Ur)	42 kV
Tensión máxima de servicio continuo (Uc)	34 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Línea de fuga	1135 mm
Número de fases	3

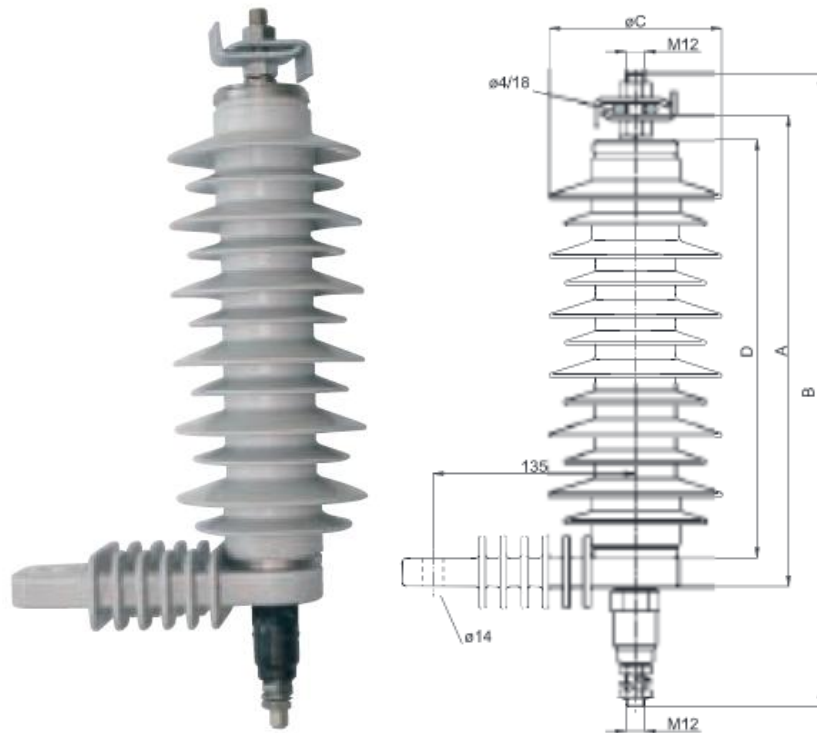


Figura 7. Pararrayos modelo INZP 4210 de INAEL

2.12. Señalización

Los apoyos se marcarán con el número que le corresponda, de acuerdo con el criterio y el sistema de numeración de la compañía suministradora. Las placas de identificación llevarán el anagrama de la empresa y estarán situadas a 3m de altura, de tal manera que sea legible desde el suelo. En todos los apoyos deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

Además, deberán llevar una señal triangular distintiva de riesgo eléctrico en una de sus caras, y cuyas dimensiones y colores seguirán lo especificado en la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14 con el rótulo de “Alta tensión, Riesgo eléctrico”.

2.13. Características de la línea subterránea de AT

Existirá un tramo de línea subterránea, con inicio en el entronque aéreo-subterráneo del último apoyo de la línea eléctrica y que transcurre a través de la superficie destinada a albergar el polígono industrial “La Clota”, que abastecerá en alta tensión (40 kV) a los diferentes centros de transformación distribuidos por dicha superficie.

La distribución se realizará mediante red en anillo o bucle abierto a lo largo de 1.596 metros, instalándose un punto de apoyo mediante la caseta prefabricada del CT1, que albergará las correspondientes celdas de protección que permitirán el cierre del anillo.

2.14. Conductor subterráneo

Los conductores a utilizar en la red subterránea de AT, serán unipolares y cumplirán las especificaciones de las Normas UNE EN 60228.. Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE 21022, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados.

Las características generales del conductor VOLTALENE H 26/45 kV AL RHZ1-OL son las siguientes:

- Tipo de cable:	AT hasta 45 kV, aislamiento seco. Sección 1x240 mm ²
- Material:	Aluminio
- Designación:	VOLTALENE H 26/45 kV AL RHZ1-OL
- Tensión nominal:	26/45 kV
- Cubierta exterior:	PVC color rojo de Poliolefina (Designación Z1)
- Pantalla metálica:	Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contra espira de sección total de 16 mm ²
- Sección:	240 mm ²
- Diámetro del conductor:	18 mm
- Espesor aislamiento:	34,7 mm
- Peso:	2020 kg/km
- Radio mínimo de curvatura:	707 mm
- Intensidad máxima admitida:	345 A
- Reléctrica a f = 50 Hz y 90°C:	0,160 Ω /Km
- Reactancia a f= 50 Hz:	0,116 Ω /Km
- Capacidad a f= 50 Hz:	0,246 Ω /Km



Figura 8. Conductor VOLTALENE H 26/45 kV AL RHZ1-OL

- 1- *Conductor*: Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- 2- *Capa Semiconductora interna*: Capa extrusionada de material conductor.
- 3- *Aislamiento*: Polietileno reticulado (XLPE).
- 4- *Capa semiconductora externa*: Capa extrusionada de material conductor separable en frío.
- 5- *Protección longitudinal contra el agua*: cordones cruzados higroscópicos o cinta hinchante.
- 6- *Pantalla metálica*: Corona de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira con una sección total de 16 mm².
- 7- *Separador*: Cinta de poliéster.
- 8- *Cubierta exterior*: Cubierta exterior de Poliolefina termoplástica, Z1 Vermex. (color rojo).

Tabla 5. Características del conductor VOLTALENE H 26/45 kV AL RHZ1-OL

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²)	Código	Ø conductor (mm)	Ø aislamiento (mm)	Ø pantalla (mm)	Ø cable (mm)	Peso (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
26/45 kV								
1x35/16	20117961	6,8	24,7	28,1	34,2	1090	547	684
1x50/16	20117962	8	25,8	29,2	35,3	1170	565	706
1x70/16	20117963	9,8	27,8	31,2	37,3	1320	597	746
1x95/16	20070279	11,2	29,1	32,5	38,6	1420	618	772
1x120/16	20117964	12,6	30,4	33,8	39,9	1540	638	798
1x150/16	37011355	14	30,8	34,2	40,3	1610	645	806
1x185/16	20117965	15,6	32,3	35,7	41,9	1770	670	838
1x240/16	20993429	18	34,7	38,1	44,2	2020	707	884
1x300/16	20994805	20,3	37,6	41	47,1	2320	754	942
1x400/16	20117966	22,9	39	42,4	48,5	2550	776	970
1x500/16	20117967	26,3	42,4	45,8	51,9	3000	830	1038
1x630/16	20117968	30,2	46,3	49,7	55,8	3500	893	1116
1x800/16	20117969	34	50,1	53,5	59,6	4150	954	1192
1x1000/16	20117970	38,4	53,5	56,9	63,7	4910	1019	1274

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

					26/45 kV	
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)					26	
Tensión nominal entre fases, U (kV)					45	
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)					52	
Tensión a impulsos, U _p (kV)					250	
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)					90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)					250	
1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm²)	Intensidad máxima admisible enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	
26/45 kV						
1x35/16	132	134	0,868	0,161	0,133	
1x50/16	157	160	0,641	0,153	0,143	
1x70/16	193	201	0,443	0,143	0,162	
1x95/16	226	236	0,32	0,137	0,174	
1x120/16	262	280	0,253	0,132	0,186	
1x150/16	295	318	0,206	0,126	0,208	
1x185/16	334	365	0,164	0,121	0,223	
1x240/16	389	432	0,125	0,116	0,246	
1x300/16	440	498	0,1	0,112	0,273	
1x400/16	505	582	0,0778	0,106	0,343	
1x500/16	579	681	0,0605	0,102	0,379	
1x630/16	663	798	0,0469	0,098	0,422	
1x800/16	749	920	0,0367	0,094	0,463	
1x1000/16	836	1052	0,0291	0,091	0,547	

*Condiciones de instalación: una terna de cables directamente enterrada o bajo tubo a 1,2 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1 K·m/W.

**Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo y en contacto y pantallas conectadas a tierra en ambos extremos.

2.15. Entronque aéreo – subterráneo

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión o seccionadores unipolares de intemperie de las características necesarias, de acuerdo con la tensión de la línea y la nominal del cable. Asimismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico.
- A continuación de los seccionadores, se colocarán los terminales de exterior que correspondan a cada tipo de cable.
- El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegido con un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5 m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15 cm.

2.15.1. Terminales

La unión de los conductores aéreos con los subterráneos se realizará mediante terminales exteriores específicos para este tipo de operación.

Serán modulares flexibles de exterior para cables de aislamiento seco de 240 mm² de sección y aislamiento de 72,5 kV. El terminal a emplear será el modelo COLDFIT del fabricante PRYSMIAN.

2.16. Zanjas

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán preferentemente por terrenos de dominio público, bajo las aceras o, cuando ésto no sea posible, bajo las calzadas.

El trazado será lo más rectilíneo posible. Se evitarán ángulos pronunciados, teniendo en cuenta para su trazado el radio mínimo que hay que dejar en las curvas de acuerdo con la sección del conductor que se vaya a canalizar. El radio de curvatura de un cable o haz de cables ha de ser superior a 30 veces su diámetro durante el tendido y a 15 veces su diámetro una vez instalado.

La apertura de las zanjas se hará vertical hasta la profundidad requerida en cada caso.

2.16.1. Zanjas en aceras

El trazado se ejecutará paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales hasta una profundidad de 0,9 m y ancho de 0,4 m para albergar el circuito subterráneo.

Los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno, eliminando del fondo de la zanja toda rugosidad que pudiera dañar la cubierta de los cables.

Para la nivelación del fondo y asiento de los cables se extenderá una capa de arena fina de 10 cm de espesor. Tras ello se efectuará el tendido de los cables mediante rodillos dispuestos sobre el fondo de la zanja para evitar el rozamiento del cable con el terreno. Los cables deberán quedar a una distancia superior de 0,8 m de la rasante definitiva de la acera.

Posteriormente se procederá al taponado de la zanja mediante una capa de arena fina de hasta 30 cm del fondo de ésta, se instalará una placa de protección de polietileno (P.E.) y se rellenará con capas de tierra de 15 cm de espesor compactadas instalando cinta de señalización a 40 cm de las placas de protección.

2.16.2. Zanjas en calzada

El trazado se ejecutará perpendicular a las aceras, a 1,1 m de profundidad y un ancho de 0,5 m para un circuito.

El fondo de la zanja se recubrirá con hormigón en masa H-100 hasta un espesor de 10 cm. La instalación será en el interior de tubos hormigonados colocando siempre un tubular de más como mínimo. Los tubulares se recubrirán con hormigón en masa H-100 hasta una altura de 30 cm respecto del fondo de la zanja.

El tapado de la zanja se realizará con capas de tierra de 15 cm de espesor compactadas instalando la cinta de señalización a 40 cm aproximadamente de los tubulares.

Para la protección de los circuitos subterráneos se emplearán tubos rígidos de polietileno (PE) de doble pared, una interior lisa y otra exterior corrugada, siendo el diámetro interior de 150 mm y el exterior de 160 mm. Serán de color naranja o rojo, con una resistencia a la compresión mayor de 450 N y un grado de protección IP9 según UNE-20.324. En la superficie exterior llevarán marcas indelebles indicando: Nombre, marca fabricante, designación, número de lote, las dos últimas cifras del año de fabricación y Norma UNE EN 50086-2-4.

2.17. Conductores

2.17.1. Tendido del cable en zanja abierta

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido; en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar al cable. Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo

siempre presente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro, durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Se procurará, no hacer ningún tendido ni desenrollar el cable de la bobina cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 °C, debido al riesgo de dañar el cable por la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de rasilla. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

2.17.2. Tendido del cable en tubos

Antes de instalar los cables hay que limpiar el tubo para asegurar que no hay cantos vivos ni aristas que puedan dañarlos y que los distintos tubos están adecuadamente alineados.

Se colocará un circuito por tubo, instalando un tubo adicional según la normativa de la compañía distribuidora.

Se protegerá convenientemente la boca del tubo para evitar daños a la cubierta del cable durante el tendido. Una vez instalado el cable, se calzará para que no se apoye sobre el borde del tubo.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzará por lo menos un metro con objeto de sanear las puntas, y si tiene aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

3.1. Normativa aplicable

R.L.E.A.T.	Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, BOE núm. 68.
NTP-CT	Norma Técnica Particular de Centros de Transformación en Edificio de FECSA-ENDESA.
ITC-RAT	Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 aprobado por Real Decreto 337/2014, de B.O.E. 9 de junio de 2014
UNESA	Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría publicado por UNESA
R.E.B.T.	Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, B.O.E. 224 de 18 de septiembre de 2002.
NBE AE	Acciones en la edificación.
NBE CA	Condiciones acústicas en edificios.
NBE CPI	Condiciones de protección contra incendios en edificios.

EN 124	Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación, utilizados por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayos tipo, marcado.
UNE-EN 50180	Conectores enchufables para transformadores de distribución.
UNE-EN 60076	Transformadores de potencia. Calentamiento.
UNE-EN 60228	Conductores de cables aislados.
UNE-EN 60099	Pararrayos de óxidos metálicos.
UNE 21021	Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
UNE 21086	Colores y signos distintivos del sentido rotacional de fases en corriente alterna y polaridades en corriente continua.
UNE 21120	Cortacircuitos fusibles de alta tensión limitadores de corriente.
UNE 21320(5)	Fluidos para aplicaciones electrotécnicas. Prescripciones para aceites minerales aislantes nuevos para transformadores y aparata de conexión.
UNE 21428-1	Transformadores trifásicos para distribución en baja tensión de 50 a 2500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.
UNE 23727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.
AMYS 1.4-10	Placas de señalización de seguridad relacionadas con la electricidad. Tipos normalizados y empleo.
GE CNL001	Cables unipolares para redes subterráneas de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV.
GE DMC001	Instrucciones de instalación y mantenimiento de ICC en líneas subterráneas de MT.
GE FGA001	Guía de Sistemas de Insonorización de CT y Dispositivos antivibratorios para transformadores de MT/BT.
GE FND001	Transformadores trifásicos para distribución en baja tensión clases B2 y B1B2.
GE FNH001	Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.
GE FNH002	Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo subterráneo.
GE FNZ001	Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.

GE FPH106	Condiciones generales instalación CT superficie.
GE NNZ035	Picas cilíndricas para puesta a tierra.
CEI 60694UNE-EN60694	Estipulaciones comunes para las normas de aparellaje de Alta Tensión.
CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte4: Técnicas de ensayo y de medida.
CEI 61109 UNE 21909:	Aisladores compuestos para líneas aéreas de corriente alterna.
CEI 61466-1 UNE-EN 61466-1:	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas. Parte 1: clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
CEI 60298 UNE-EN 60298:	Aparellaje bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 60129:	Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
CEI 60265-1 UNE-EN 60265-1:	Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
CEI 60076-X UNE-EN 60076-X:	Transformadores de potencia.
UNE 20101-X-X:	Transformadores de potencia.
RU 5201D:	Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
UNE 21428-X-X:	Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

3.2. Características generales del centro de transformación

El centro de transformación seleccionado para el presente proyecto será de tipo caseta prefabricada Uniblock de Ormazabal, basado en la combinación de piezas de hormigón prefabricado.

El edificio PFU se suministra totalmente montado de fábrica, lo que conlleva un proceso de instalación simple. Constan de una envolvente monobloque de hormigón, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos necesarios: transformadores, apartamentos de AT y BT, unidades de protección, control y medida, circuito de puesta a tierra, así como circuito de alumbrado y servicios auxiliares.

3.3. Potencia instalada

La superficie total a urbanizar es de 55.037 m². La previsión de carga solicitada por el ayuntamiento de Tona es de 10 MW, dando 181,7 W/m² superior a lo que determina REBT, la potencia final que se prevé para dicho polígono teniendo en cuenta un 20% adicional de potencia para prever futuras ampliaciones de éste será de 12 MW.

Debido a que la demanda de potencia del polígono industrial “La Clota” es de 12.000 kW, se hace necesaria la instalación de 32 CT’s con un transformador de 630 kVA, conectados entre ellos mediante una red en bucle.

Para la elección de la potencia del transformador se ha tenido en cuenta lo establecido por FECSA-ENDESA en las NTP-CT, que fija un máximo de 630 kVA y un mínimo de 160 kVA, donde entre estos máximos y mínimo se ajustan a una determinada gama de capacidades normalizadas expresadas en kVA.

160 250 400 630

Para la elección de los transformadores se tiene presente el índice de carga del transformador, fijado en un 75%, ya sea para prevenir posibles ampliaciones de la demanda en un futuro y/o labores de mantenimiento. La relación que se establece es de que, por cada cuatro transformadores, existan tres funcionando y un cuarto sin servicio para tareas de mantenimiento si fuera necesario.

En este régimen de carga las pérdidas efecto Joule se reducen considerablemente, obteniendo una característica potencia-rendimiento, notablemente mejor que con un índice de carga más elevado.

3.4. Ubicación de los centros de transformación

Técnicamente, la ubicación idónea para un nuevo centro de transformación sería aquella que le permitiera realizar la distribución de la red de baja tensión con la menor longitud de línea posible y emplazándolo de manera que los consumos más elevados queden situados lo más cerca posible, consiguiendo, de este modo, una reducción de las pérdidas de potencia en la red y la mínima caída de tensión.

Los Centros de Transformación deberán ubicarse de forma equidistante, teniendo en cuenta, a su vez, la distribución de carga que tendrán que soportar los CT’s, que deberán ser similares para evitar que un transformador esté saturado respecto a otro.

3.5. Interconexión de los Centros de Transformación

3.5.1. Sistema en bucle o anillo abierto

La alimentación de los centros de transformación se diseñará con estructura de bucle o anillo abierto, y hará entrada y salida en cada CT con la finalidad de que cualquier centro pueda recibir alimentación alternativa.

La explotación de este tipo de red se realiza de forma que siempre existirá un nodo del anillo abierto, una celda de línea de un Centro de Transformación, creando un punto frontera.

En una red en bucle de Alta Tensión, en cada centro de transformación se colocan dos interruptores, uno de entrada y otro de salida de la línea. Este interruptor de salida conecta con otro interruptor de entrada, y así sucesivamente. Con la salvedad que se debe instalar una celda de más para el cierre del anillo.

En este sistema se puede dejar cualquier tramo de la red subterránea sin servicio desplazando el punto frontera a otra celda de línea.

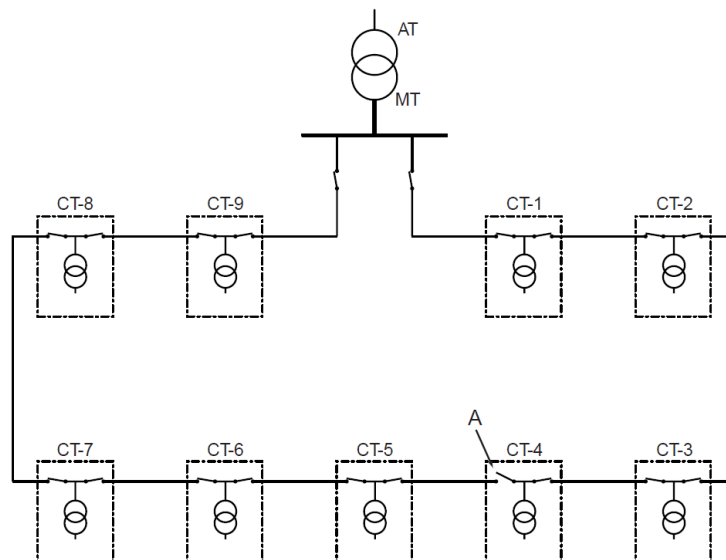


Figura 9. Sistema de distribución de anillo abierto

3.6. Centro de transformación prefabricado Ormazabal

3.6.1. Generalidades

Para los centros de transformación se utilizarán casetas de la empresa Ormazabal, modelo PFU-4, de hormigón armado vibrado. Consta de una única envolvente, de estructura monobloque, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

La principal ventaja que presenta es que se garantiza una calidad uniforme, reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

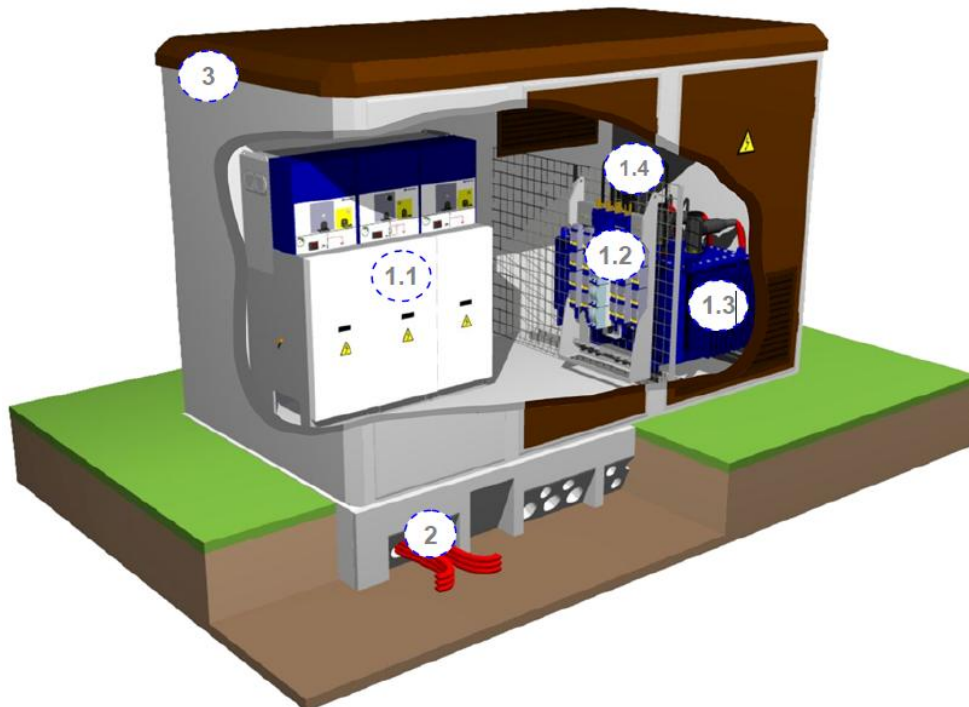


Figura 10. Caseta prefabricada PFU-4 de Ormazabal

1. Equipo Eléctrico Interior
 - 1.1. Aparato de AT- CGM.3 de 40.5 kV
 - 1.2. Cuadro de BT
 - 1.3. Transformador de potencia 1x630 kVA
 - 1.4. Puentes de cables
2. Acceso de cables
3. Edificio Prefabricado de Hormigón - PFU-4

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

3.6.2. Envoltente

La envoltente de hormigón armado vibrado se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de AT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

3.6.3. Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de AT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

3.6.4. Puertas de acceso

El acceso se efectuará directamente desde la calle o vial público, de modo que en todo momento permita la libre y permanente entrada de personal y material, sin depender en ninguna circunstancia de terceros.

Para el acceso se dispone de dos tipos, uno para el acceso del personal técnico y otro para el acceso directo del transformador.

El acceso al interior del local del CT es exclusivo para el personal de la empresa distribuidora. Este acceso estará situado en una zona en la que, con el CT abierto, se deje paso libre permanentemente a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

3.6.5. Ventilación

Los transformadores de distribución AT/BT en baño de aceite son de circulación natural del aceite por convección y bobinados con aislante clase A. El calentamiento admisible para este tipo de aislante es de 65°C.

El objeto de la ventilación de los CT es evacuar el calor producido en los transformadores a causa de las pérdidas magnéticas (pérdidas en vacío) y la de los bobinados por efecto Joule (pérdidas en carga).

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

3.6.6. Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU de los Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones varían en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

PFU-4

Longitud	5260 mm
Ancho	3180 mm
Profundidad	560 mm

3.6.7. Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor situado en la proximidad de la puerta para realizar dicho cometido.

Independientemente, podrá existir un alumbrado de emergencia con generación autónoma, el cual entrará en funcionamiento automáticamente ante un corte de suministro eléctrico.

3.6.8. Medidas de seguridad

3.6.8.1. Protección del personal y equipos

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida tendrán aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, para ser insensible a los agentes externos, y evitar la pérdida del suministro en los CT's interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Los bornes de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios para que, en la posición de trabajo normal, no carezcan de visibilidad en las operaciones de mantenimiento.

- Los mandos del aparellaje estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño del aparellaje protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de AT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

3.6.8.2. Señalización y material de seguridad

- Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional "Alta Tensión peligro de muerte".
- En el exterior y en el interior del CT, figurará el número de identificación del CT. La identificación se efectuará mediante una placa normalizada por la empresa distribuidora.
- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10.
- Las celdas prefabricadas de AT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.
- La señal CR14 de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.
- En un lugar bien visible del interior del CT se colocará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardiaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el lugar correspondiente del CT habrá un cartel con las citadas instrucciones.
- Los aparatos de maniobra de la red y de los transformadores estarán identificados con el número que les corresponda, en relación con su posición en el circuito general de la red.
- El CT dispondrá de una banqueta aislante de poliéster para la realización de las maniobras de la instalación.
- Se pondrá cualquier otra señalización que la empresa distribuidora considere oportuna para mejorar la operación y la seguridad de sus instalaciones

3.6.8.3. Medidas contra incendios

Según la ITC-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un y con volumen

de aceite en cada equipo mayor de 600 litros, o que en conjunto sobrepasen los 2.400 litros, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones. Además, se dispondrá de un sistema de alarma que prevenga al personal de la actuación del sistema contra incendios, provisto de un tiempo de retardo suficiente para poder evacuar el recinto.

En aquellas instalaciones que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo, se colocará en el exterior, siempre que sea posible, un extintor de eficacia 89B para facilitar su accesibilidad. En cualquier caso, deberá estar a una distancia no superior a 15 metros de la instalación.

En caso de existir personal itinerante de mantenimiento, éste deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de la eficacia mencionada anteriormente, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

3.6.8.4. Armarios de primeros auxilios

Cada centro de transformación contará con un armario de primeros auxilios.

3.7. Celdas modulares

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 40 kV, nivel de aislamiento según la ITC-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 7,22 kA eficaces.

3.7.1. Características de las celdas

Las celdas CGM.3 forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para AT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando elementos de unión, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.



Figura 11. Celdas modulares CGM.3–40.5 kV

3.7.1.1. Base y frente

La base soporta al resto de la celda, y facilita y protege mecánicamente la acometida de los cables de AT. La tapa que los protege es independiente para cada una de las tres funciones.

El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando.

En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles.

En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

3.7.1.2. Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas SF₆ se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar. (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura toda una vida útil prolongada (30 años), sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra y tubos porta fusible).

El embarrado está dimensionado para soportar, además de la intensidad asignada, las intensidades térmica y dinámica asignadas.

3.7.1.3. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado) y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

Estos elementos don de maniobra independiente, de forma que su velocidad de actuación no depende de la velocidad de accionamiento del operario.

El corte de la corriente se produce en el paso del interruptor de conectado a seccionado, empleando la velocidad de las cuchillas y el soplado de SF_6 .



Figura 12. Funcionamiento del interruptor-seccionador

3.7.1.4. Mecanismos de Maniobra

Los mecanismos de maniobra de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

3.7.1.5. Fusibles

Los fusibles de Alta Tensión se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

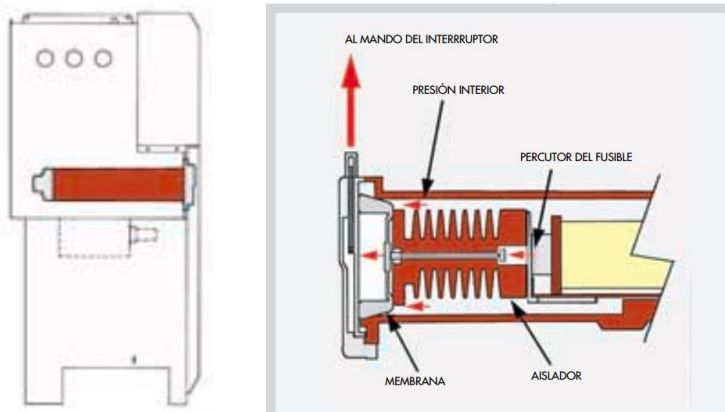


Figura 13. Funcionamiento del portafusibles



Figura 14. Carros portafusibles

3.7.1.6. Conexión entre celdas

La conexión eléctrica y mecánica entre celdas se realiza mediante un conjunto de unión formado por tres adaptadores elastoméricos enchufables que, montados entre las tulipas (salidas de los embarrados) existentes en los laterales de las celdas a unir, dan continuidad al embarrado y sellan la unión, controlando el campo eléctrico por medio de las correspondientes capas semiconductoras.

Este elemento permite la unión del embarrado de las celdas del sistema CGM, fácilmente y sin necesidad de reponer gas SF₆.



Figura 15. Elementos de conexión entre celdas ORMALINK

3.7.1.7. Conexión de los cables

La conexión de cables se realizará desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar. Dicha conexión se ejecutará con terminales enchufables apantallados de la marca EUROMOLD, modelo 400TB



Figura 16. Pasatapas



Figura 17. Conexión frontal



Figura 18. Conexión directa al embarrado

3.7.1.8. Enclavamientos

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM.3 tienen como función:

- Impedir que se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, que no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- Impedir que se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, que no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal haya sido extraída.

3.7.2. Funciones de celda

Las celdas modulares CGM.3 están compuestas por dos tipos de celda: de línea y protección de protección del transformador. Ambos tipos comparten la cuba de gas y el embarrado.

3.7.3. Características eléctricas

Las características eléctricas que se mostrarán de los diferentes tipos de celdas, se corresponden con las siguientes definiciones:

- a. La Tensión asignada indica el límite superior de la tensión más elevada de la red para la cual está prevista la aparamenta.
- b. La Intensidad asignada en servicio continuo de un aparato de conexión es el valor eficaz de la corriente que es capaz de soportar indefinidamente en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento correspondientes.
- c. La Intensidad asignada en la derivación de un aparato de conexión es el valor eficaz de la corriente que los fusibles de la celda de protección son capaces de soportar indefinidamente en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento correspondientes.
- d. La Intensidad asignada de corta duración es el valor eficaz de la corriente que puede soportar un aparato mecánico de conexión en posición de cierre, durante un corto periodo de tiempo especificado y en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.
- e. El nivel de aislamiento asignado de un aparato de conexión estará en función de la tensión asignada, considerando el grado de exposición a las sobre tensiones del rayo y de maniobra, el tipo de puesta a tierra del neutro de la red, y en su caso, el tipo de aparato de protección contra sobre tensiones.
- f. El valor de cresta de la intensidad admisible asignada es el valor de cresta de la primera onda grande de la corriente de corta duración admisible que un aparato mecánico de conexión puede soportar en las condiciones prescritas de empleo y funcionamiento. Por lo tanto, es equivalente a la capacidad de cierre. En el caso de las celdas de línea, el valor de cresta de la intensidad es igual a 2,5 veces el valor de la intensidad de corta duración admisible.
- g. La duración de cortocircuito asignada es el intervalo de tiempo durante el cual un aparato mecánico de conexión puede, en posición de cierre, soportar la intensidad asignada de corta duración admisible. Por lo tanto, es equivalente a la capacidad de corte.
- h. El valor normal de la frecuencia asignada a los aparatos de conexión tripolares es 50Hz.

En el embarrado utilizado para celdas CGM.3 las principales características son:

- Está construido a base de pletina de cobre electrolítico duro de 50 x 5 mm.
- Está calculado para soportar un cortocircuito en el cierre de 50 kA durante 1 s.
- Intensidad nominal permanente 630 A.
- Embarrado colector de tierra a base de pletina de cobre de 30 x 3 mm. A lo largo de la celda.

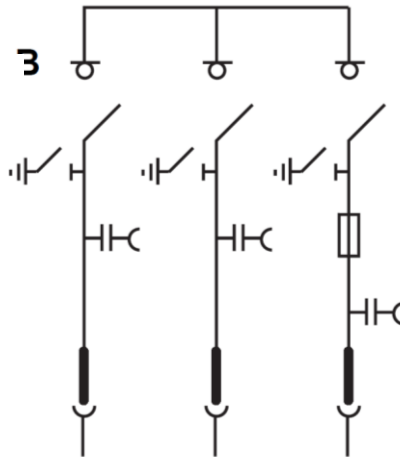


Figura 19. Esquema tipo.
2 celdas de línea de entrada-salida y una celda de protección fusibles

3.7.4. Función de línea

La celda de línea incorpora en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal.

Como seguridad adicional, presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida mediante indicador luminoso, así como alarma sonora de prevención de puesta a tierra.

Las características técnicas de la celda modular de línea CGM.3-40,5kV son las siguientes:

Tensión nominal	40,5 kV
Frecuencia nominal asignada	50 Hz
Intensidad nominal asignada	630 A
Int. nominal corta duración embarrado superior (3 s.)	20 kA
Nivel de aislamiento 50 Hz (1 min.):	
- A tierra y entre polos	95 kV
- A dist. de seccionamiento	118 kV

Nivel de aislamiento a onda de choque:

- A tierra y entre polos 185 kV
- A dist. de seccionamiento 215 kV

Capacidad de cierre (valor cresta) 50 kA

Capacidad de corte:

- Corriente activa 630 A

3.7.5. Función de protección del transformador

La celda de protección mediante fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor, que con su actuación desconectan el interruptor.

Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

Las características técnicas de la celda modular de protección con fusibles CGM.3-40,5kV son las siguientes:

Tensión nominal	40,5 kV
Frecuencia nominal asignada	50 Hz
Intensidad nominal asignada	630 A
Int. nominal corta duración embarrado superior (3 s.)	20 kA
Nivel de aislamiento 50 Hz (1 min.):	
- A tierra y entre polos	95 kV
- A dist. de seccionamiento	118 kV
Nivel de aislamiento a onda de choque:	
- A tierra y entre polos	185 kV
- A dist. de seccionamiento	215 kV
Int. conexión (valor cresta)	50 kA
Capacidad de ruptura de la combinación interruptor-fusibles	20 kA

3.7.6. Fusibles de Alta Tensión

Las celdas de protección de los transformadores estarán dotadas de fusibles de alta tensión de Alto Poder de Ruptura.

Esta disposición garantiza la extinción del arco en los casos en que el fusible por si sólo se funda pero no asegure la extinción del mismo.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de sobrecargas, o en su defecto, una protección térmica del transformador.

Se instalarán fusibles con las siguientes características:

Tensión nominal	40,5 kV
Intensidad nominal	25 A
Intensidad máxima de corte	20 kA
Intensidad mínima de corte	91 A

3.7.7. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

Las celdas modelo *CGM.3-40,5 kV* de ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.7.8. Comprobación por solicitud electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito:

$$I_{cc(din)} = 28,9 \text{ kA} < 50 \text{ kA} \quad (3.1)$$

Las celdas modelo *CGM.3-40,5 kV* de ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.7.9. Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 11,5 \text{ kA} < 20 \text{ kA} \quad (3.2)$$

Las celdas modelo *CGM.3-40,5 kV* de ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 20 kA durante 1 segundo.

3.8. Transformador

El transformador a instalar en los centros de transformación será trifásico con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural de aceite, con una tensión primaria de 40 kV y una tensión secundaria de 420 V entre fases en vacío.



Figura 20. Transformador de 630 kVA

3.8.1. Características generales del transformador

- Potencia nominal:	630 kVA
- Tensión nominal primaria:	40.000 V
- Regulación en el primario:	+/- 2,5 %, +/- 5 %
- Tensión nominal secundaria en vacío:	420 V
- Intensidad en vacío :	1,5%
- Tensión de cortocircuito:	4,5 %
- Grupo de conexión:	Dyn11
- Pérdidas en vacío:	1.300 W
- Pérdidas en carga:	6.500 W
- Caída de tensión en plena carga:	
$\cos\varphi = 1$	1,13 %
$\cos\varphi = 0,8$	3,50 %
- Rendimiento a plena carga:	
$\cos\varphi = 1$	98,78 %
$\cos\varphi = 0,8$	98,48 %

- Ruido: 67 dB
- Peso total: 1776 kg
- Volumen de aceite: 403 l

3.8.2. Refrigeración de los transformadores

Atendiendo a lo establecido en las normas de FECSA-ENDESA, el sistema de refrigeración será mediante aceite mineral aislante.

3.8.3. Puentes de alta tensión

Los cables que constituyen el puente que une las celdas de AT y el transformador serán unipolares de aislamiento seco para una tensión de aislamiento 26/45 kV y de 50 mm² de sección mínima.

La instalación será de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas con separación entre cables igual a un diámetro.

3.8.4. Puentes de baja tensión

El cable que se utilizará en el puente de BT es del tipo RV 0,6/1 kV 1 x 240 Al.

El puente de Baja Tensión se realizará mediante 3 circuitos cada uno con 3 conductores de 240 mm² por fase y 1 un conductor de 240 mm² para el neutro, todos ellos de aluminio.

3.9. Cuadro de distribución de BT

El Cuadro de Baja Tensión, es un conjunto de aparataje de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador AT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen una zona de acometida, medida y equipos auxiliares, y otra zona de salidas.

En la zona de acometida, en la parte superior, existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. El cuadro de distribución incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

La zona de salidas está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTV), pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Los cuadros cumplirán lo establecido en la Norma GE FNZ001, y sus características más significativas serán las siguientes:

Tensión asignada	440 V
Corriente asignada del conjunto	1600 A
Corriente asignada a las salidas	250 A
Corriente de corta duración entre fases	12 kA
Corriente de corta duración entre fases y neutro	7,5 kA
Nivel de aislamiento a 50 Hz	10 kV
Nivel de aislamiento a impulso tipos rayo	20 kV
Salida para servicios auxiliares del CT	80 A
Dispositivo de seccionamiento general	1600 A
Bases portafusibles tripolares cerradas seccionables en carga	tamaño 2
Bases portafusibles para servicios auxiliares	UTE 32 A

3.9.1. Unidades funcionales

El módulo de acometida se compone de las siguientes unidades funcionales básicas:

3.9.1.1. Unidad funcional de seccionamiento

Constituida por 4 puentes de pletina de cobre (3 fases y neutro), del tipo C-1110, de acuerdo con la Norma UNE 37118, que pueden ser maniobradas fácil e independientemente con una única herramienta aislada.

La longitud de estos puentes de conexión, será suficiente para que al desmontarlos dejen un espacio que permita extraer por allí los transformadores de intensidad.

3.9.1.2. Unidad funcional de control

En la puerta delantera que cierra la parte correspondiente a la unidad funcional de seccionamiento está montado el equipo de aparatos y elementos que constituyen la unidad funcional de control:

- 1 amperímetro-maxímetro (sin contactos).
- 1 Relé auxiliar.
- 1 toma de corriente bipolar de 10 A para clavija redonda (UNE 20315).
- 2 interruptores magnetotérmicos, 2 polos, 16 A.
- 1 interruptor diferencial, 2 polos, 30 mA, 40 A.
- Perfil de sujeción de aparatos ("carril DIN") 35x7,5 mm (DIN-46277).
- Lámparas neón color rojo, de señalización.
- Bornes de material termo-estable, paso 8 mm.
- Canal practicable de cables 40x40 mm. Cables y pequeño material.
- Tubo flexible.

Esta puerta será de material aislante, garantizando a los aparatos montados en la misma, un nivel de aislamiento respecto a las partes metálicas (armazón, envolventes) de 10 kV a 50 Hz y 20 kV a onda tipo rayo.

3.9.1.3. Unidad funcional de embarrado

Estos embarrados estarán constituidos por dos tipos de barras:

- a. Barras verticales de llegada, que tendrán como función la conexión eléctrica entre los conductores procedentes del transformador y el embarrado horizontal.
- b. Barras horizontales o repartidoras, que tendrán como objetivo el paso de la energía procedente de las barras verticales, para ser distribuida entre las diferentes salidas.

Las barras estarán fabricadas en cobre electrolítico laminado, tipo C-1110 de acuerdo con la norma UNE 37 118, estando todas las barras fabricadas en una sola pieza sin remaches ni soldaduras. Las barras estarán sin revestimiento ni baño galvánico.

3.9.1.4. Unidad funcional de protección

Estará constituida por un grupo de 4 bases tripolares verticales para cortacircuitos fusibles desconectables en carga BTVC-2-400 A y 2 bases BTVC-00-160 A, conforme a la Especificación Técnica UNESA 6306.

3.10. Protecciones de los transformadores

3.10.1. Protección contra sobreintensidades

El transformador se protege mediante fusibles que estarán ubicados en la celda de protección del transformador. Protegiendo al transformador de cualquier sobreintensidad que pudiera dañarlo.

Las salidas de baja tensión dispondrán de sus propios fusibles de protección para proteger al transformador en caso de sobreintensidades producidas en el costado de BT.

Se considerará que existe selectividad entre los fusibles de AT y los BT.

3.10.2. Protección contra sobrecargas

Se efectuará mediante un termómetro provisto de indicador de máxima temperatura y contacto de disparo, que detecte la temperatura del medio refrigerante y, al alcanzar el valor de regulación, active la bobina de disparo del ruptofusible provocando la desconexión del transformador. El termómetro estará regulado a 95°C, de forma que el punto más caliente del bobinado no supere los 115°C.

3.10.3. Coordinación de aislamiento

Se denomina así a la evaluación de las sobretensiones que pueden presentarse en la instalación y, a partir de ello, elegir el nivel de aislamiento de los elementos de la misma de forma que puedan soportar dichas sobretensiones sin deteriorarse.

La coordinación de aislamiento se basa en las siguientes premisas:

- Tensión de prueba a frecuencia industrial (50Hz) durante 60 segundos, que deberá ser superior a la máxima sobretensión de origen interno que pueda producirse y ser soportada por los elementos de la instalación.
- Sobretensiones de origen atmosférico a las cuales están probados los aparatos y otros elementos con una tensión de impulso superior al de la tensión de servicio.

Las sobretensiones de origen aleatorio, por su carácter aleatorio, pueden llegar a ser superiores a la tensión de ensayo, por lo que el nivel de aislamiento no podría soportar dichas tensiones. Por ello, la instalación contará con la protección de pararrayos para evitar dichas sobretensiones.

3.10.4. Pararrayos de protección

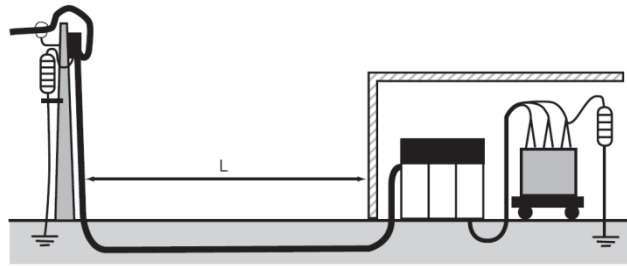
El nivel de protección que proporciona el pararrayos es la máxima tensión que puede quedar aplicada al aislamiento a masa que se produce en el momento de la corriente de descarga. Esta tensión residual o nivel de protección deberá ser inferior a la tensión de prueba a impulso rayo que define el nivel de aislamiento de la instalación. El margen de seguridad vendrá determinado por la diferencia entre el nivel de tensión residual y el de aislamiento.

Los pararrayos irán conectados entre la línea y tierra. A partir de un cierto valor de sobretensión, inferior a la tensión de prueba de impulso, derivarán a tierra la sobretensión.

Las sobretensiones atmosféricas que llegan al cable por la línea aérea, penetran en el mismo en aproximadamente un 20% de su valor y llegan hasta el CT. Por tanto, El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80 %.

Cuando el valor de las sobretensiones y su frecuencia aconsejen la protección contra sobretensiones de origen atmosférico, se instalarán pararrayos de óxido metálico según Norma UNE-EN 60099 y Norma GE AND015 en los apoyos de inicio y final de línea aérea para protección del conductor subterráneo y los CT's situados a más de 25 m del pararrayos más cercano

Los pararrayos se instalarán en el punto de conexión del cable subterráneo a la línea aérea, físicamente en el poste donde se efectúa la conexión. La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea, será lo más corta posible y en su trazado se evitarán las curvas pronunciadas.



si $L < 25$ m: es suficiente un limitador de sobretensión situado sobre el poste
 si $L \geq 25$ m: es necesario un segundo limitador en bornes del transformador

Figura 21. Distancias de protección de los pararrayos

3.10.5. Protección contra sobrecalentamiento del transformador

Se efectuará mediante un termómetro provisto de indicador de máxima temperatura y contacto de disparo que detecte la temperatura del medio refrigerante y, al alcanzar el valor de regulación, active la bobina de disparo del ruptofusible provocando la desconexión del transformador.

Los transformadores estarán provistos de un termómetro regulado a 95°C , de forma que el punto más caliente del bobinado no supere los 115°C

Aunque el termómetro mide la temperatura del aceite en su zona más caliente, puede haber puntos concretos en cualquier parte del transformador cuya temperatura sea superior debido a una incidencia de funcionamiento (por ejemplo un cortocircuito, un mal contacto, etc.) que no puede ser captado por el termómetro. Para ello, los transformadores disponen de un relé de gases denominado relé Buchholz, que actúa a dos niveles:

- Nivel de alarma para formación lenta de gases (avería pequeña) y
- Nivel de disparo (apertura del interruptor de alimentación) para formación brusca de gases (avería importante).

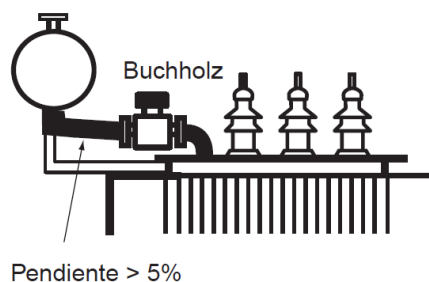


Figura 22. Relé Buchholz

3.11. Sistema de puesta a tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, y contribuir a la eliminación del riesgo eléctrico

debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión. Será independiente de la tierra del edificio.

La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos, el de protección y el de servicio, a los cuales se conectarán los diferentes elementos del CT.

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra se ha utilizado el Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría publicado por UNESA, como procedimiento para el cálculo y valoración de las tensiones de paso y de contacto de la instalación de puesta a tierra del CT.

3.11.1. Tierra de protección

Se conectarán al circuito de protección los siguientes elementos:

- Masas de AT y BT.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores del edificio prefabricado.
- Soportes de cables de AT y de BT.
- Cuba metálica de los transformadores.
- Pararrayos de AT.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes para la puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

El sistema de puesta a tierra estará formado por conductor de cobre desnudo de 50mm² de diámetro y los electrodos de puesta a tierra serán picas de cobre de 4 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

La disposición de las picas obedece a la configuración UNESA 8/84. Será de 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal, situadas frente al acceso del CT, a una profundidad de 0,8 metros, con una separación entre éstas de 6 metros.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV, protegido contra daños mecánicos.

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con varilla de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo. Todas las varillas metálicas colocadas dentro del hormigón que constituyan la armadura equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Con esta disposición se consigue que, la persona

que tenga que acceder a una parte que pueda estar en tensión de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, desapareciendo el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

3.11.2. Tierras de servicio

Existirán 39,11 metros de separación entre el tierra de protección y el de servicio a fin de que no se produzcan transferencias de tensiones entre ambas instalaciones.

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

El sistema de puesta a tierra estará formado por conductor de cobre desnudo de 50mm^2 de diámetro y los electrodos de puesta a tierra serán picas de cobre de 2 metros de longitud y 14 mm de diámetro.

La disposición de las picas obedece a la configuración UNESA 8/82. Será de 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal, situadas frente al acceso del CT, a una profundidad de 0,8 metros, con una separación entre éstas de 6 metros.

Al estar las tierras separadas, la línea de tierra del neutro estará aislada en todo su trayecto hasta el punto de conexión al electrodo, con un nivel de aislamiento de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a 50 Hz y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 μs .

CAPÍTULO 4

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Para la planificación de los trabajos a realizar en este proyecto se ha elaborado un diagrama de Gantt y una tabla de planificación del trabajo, donde quedan reflejadas las distintas actividades, así como las fechas de inicio y fin de éstas.

Tabla 6. Planificación del trabajo

Fecha Inicio	Fecha Fin	Actividad
18/09/2017	02/10/2017	Obtención de permisos y legalizaciones
02/10/2017	24/10/2017	Movimiento de tierras y allanamiento del terreno de los apoyos
26/10/2017	24/11/2017	Excavación de los fosos de cada apoyo
16/11/2017	30/11/2017	Sistema de tierras de cada apoyo
25/10/2017	24/11/2017	Montaje de los apoyos
30/11/2017	15/12/2017	Relleno de hormigón los fosos de cada apoyo
30/11/2017	15/12/2017	Consolidación de los apoyos en los fosos de hormigón
15/12/2017	10/01/2018	Montaje de las crucetas
18/12/2017	16/01/2018	Montaje de los herrajes y las cadenas de aisladores
19/12/2017	23/01/2018	Montaje de las grapas de amarre
23/01/2018	31/01/2018	Montaje de los seccionadores
31/01/2018	07/02/2018	Montaje de autoválvulas
31/01/2018	09/02/2018	Montaje de pararrayos
12/02/2018	23/02/2018	Tendido del conductor aéreo
26/02/2018	02/03/2018	Pruebas de ensayos línea aérea
27/11/2017	08/01/2018	Apertura de las zanjas de conductor subterráneo AT
08/01/2018	05/02/2018	Colocación y consolidación del conductor subterráneo
25/02/2018	02/03/2018	Prueba ensayo línea subterránea
02/10/2017	24/10/2017	Movimiento de tierras y allanamiento para los CT's
26/10/2017	24/11/2017	Excavación de fosos de cada CT
14/11/2017	08/12/2017	Sistema de tierras de cada CT
27/11/2017	29/12/2017	Consolidación de los fosos de cada CT
11/12/2017	15/01/2018	Consolidación de las casetas prefabricadas
08/01/2018	05/02/2018	Montaje del transformador en cada CT
15/01/2018	12/02/2018	Montaje de la aparamenta de cada CT
24/01/2018	19/02/2018	Montaje del cuadro de distribución de BT
26/02/2018	07/03/2018	Realizar los conexiones de AT
07/03/2018	15/03/2018	Pruebas de ensayos preliminares
19/03/2018	26/03/2018	Pruebas de ensayos finales
19/03/2018	22/03/2018	Maniobras de conexión a la red

Esta planificación puede verse afectada por cambios y/o modificaciones tanto en las actividades como en las distintas fechas de inicio y finalización. Las condiciones para que se den éstas, quedan reflejadas en el pliego de condiciones del presente proyecto.

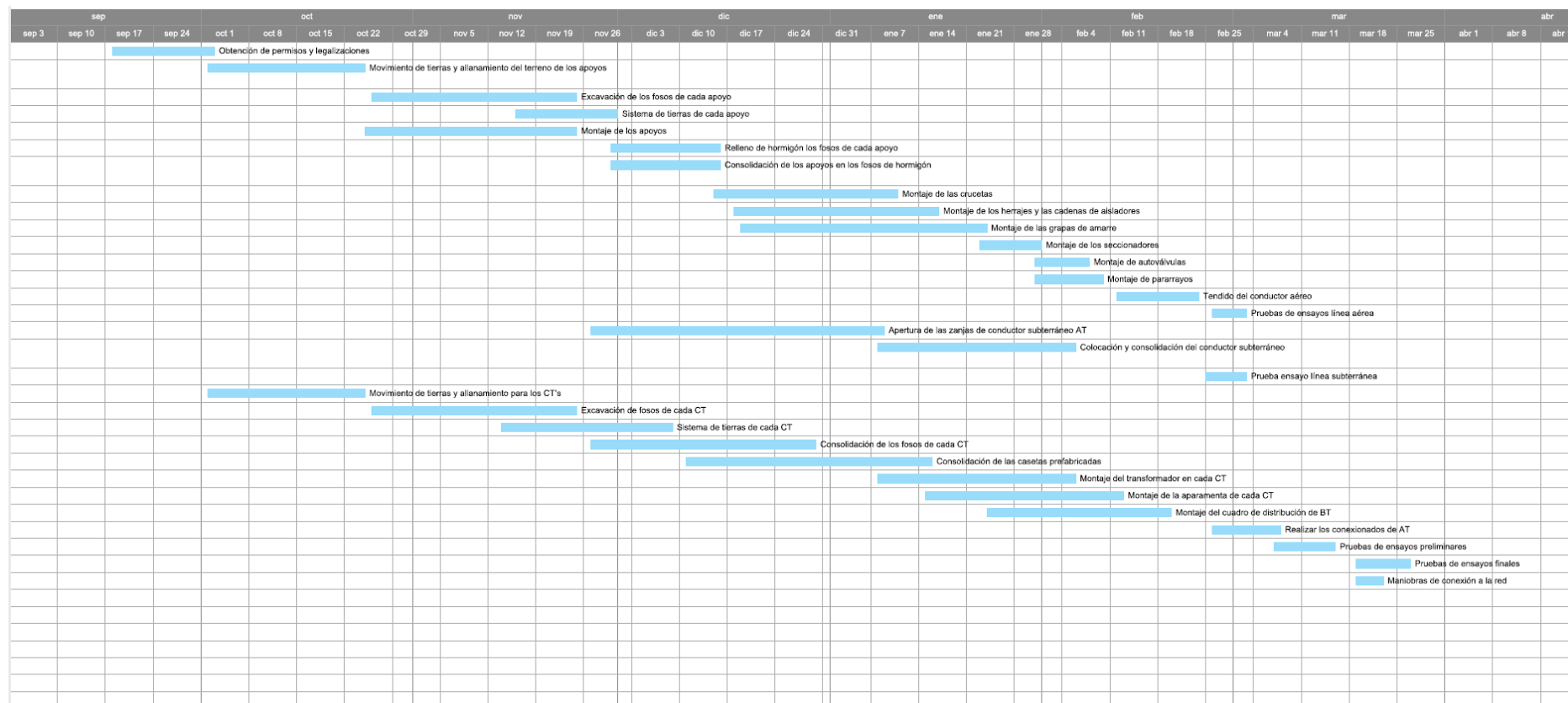


Figura 23. Diagrama de Gantt del Proyecto

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones generales

Para la realización de este proyecto se han seguido los reglamentos correspondientes, el *Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión* (RLEAT) y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT), así como las Normas Técnicas Particulares (NTP) de la compañía FECSA-ENDESA, la NTP de Líneas Aéreas de Media Tensión (NTP-LAMT), de líneas subterráneas (NTP-LSMT) y de los Centros de Transformación en edificio (NTP-CT), con el fin de que el presente proyecto cumpla con la condiciones técnicas, de seguridad y de ejecución adecuadas para llevar a cabo en condiciones óptimas la ejecución del proyecto que dará suministro al polígono industrial “La Clota” en la localidad de Tona, en la provincia de Barcelona.

Expuestas en este proyecto las razones que justifican la necesidad de la instalación y sus características, se solicita la aprobación y autorización para su construcción y posterior puesta en funcionamiento.

Para que quede constancia, se firma el presente a:

Barcelona, 6 de junio de 2017

Carlos Salguero Monje
Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

CAPÍTULO 6

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

ITC-RAT. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Junio 2014.

Norma Técnica Particular NTP-CT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-LAMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-LSMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

R.L.E.A.T.: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de Alta Tensión. Febrero 2008.

UNESA. Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Febrero 1989.

Palomo Moreno, A., 2011. Suministro en MT para alimentar un polígono industrial en la comarca de L'Alt Penedès. Universitat Politècnica de Catalunya.

Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Media Tensión de Fecsa-Endesa. Enero 2001.

6.2. Bibliografía de consulta

ITC-RAT. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Junio 2014.

Norma Técnica Particular NTP-CT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-LAMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-LSMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

R.E.B.T. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Agosto 2002.

R.L.E.A.T.: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de Alta Tensión. Febrero 2008.

UNESA. Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. Febrero 1989.

Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Media Tensión de Fecsa-Endesa. Enero 2001.

6.3. Bibliografía Web

<http://www.tona.cat/>

<http://www.meteocat.com/>

<http://www.icgc.cat/>

<http://www.fammsa.com/es/>

<http://inael.com/>

<https://www.schneider-electric.es/es/>

<https://www.endesa.es/>

<http://eleconsal.com/es/>

<http://es.prysmiangroup.com/es/>

<http://www.electrotaz.com/>

<https://www.ormazabal.com/es>

<http://www.lineaselectricas.net/>

<https://es.smartsheet.com/>

<http://www.generadordeprecios.info/>

<http://www.preoc.es/>



TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE AT



Pliego de Condiciones

Autor: Carlos Salguero Monje
Director: Andreas Sumper
Convocatoria: Junio 2017

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

CAPÍTULO 1: CONDICIONES GENERALES.....	5
1.1 Objeto.....	5
1.2 Campo de aplicación	5
1.3 Condiciones facultativas legales.....	5
1.4 Plazos de ejecución	6
1.5 Planos provisionales y definitivos	6
1.6 Documento final de obra	7
1.7 Fianza provisional, definitiva y fondo de garantía	8
1.7.1 Fianza provisional	8
1.7.2 Fianza definitiva	8
1.7.3 Fondo de garantía	8
1.8 Modificaciones del proyecto	9
1.9 Modificaciones de los planos	9
1.10 Mejoras y variaciones del proyecto	10
1.11 Replanteo de la obra	10
1.12 Control de calidad de la ejecución	10
CAPÍTULO 2: CONDICIONES LEGALES Y ECONÓMICAS.....	11
2.1 Contrato	11
2.2 Domicilios y representaciones	11
2.3 Obligaciones del contratista en materia social	12
2.4 Gastos de carácter general por cuenta del contratista.....	14
2.5 Gastos de carácter general por cuenta de la empresa contratante	15
2.6 Revisión de precios.....	15
2.7 Certificación y abono de las obras	16
2.8 Rescisión del contrato	18
CAPÍTULO 3: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN	21
3.1 Objeto y campo de aplicación	21
3.2 Ejecución del trabajo.....	21
3.2.1 Replanteo de apoyos.....	21
3.3 Apertura de hoyos.....	22
3.4 Transporte, acarreo y acopio a pie del lecho	23
3.5 Cimentaciones	23

3.5.1	Arena	24
3.5.2	Grava	24
3.5.3	Cemento	25
3.5.4	Agua.....	25
3.5.5	Hormigón.....	25
3.5.6	Ejecución de las cimentaciones.....	26
3.6	Armado e izado de apoyos.....	27
3.7	Protección de las superficies metálicas.....	28
3.8	Tendido, tensado y engrapado de los conductores	28
3.8.1	Colocación de aisladores	28
3.8.2	Tendido de los conductores	28
3.8.3	Tensado, regulado y engrapado de los conductores	30
3.9	Reposición del terreno	31
3.10	Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico	31
3.11	Tomas de tierra	31
3.11.1	Electrodos de difusión	32
3.11.2	Anillo cerrado o configuración cuadrada	32
3.11.3	Comprobación de los valores de resistencia de difusión	32
3.12	Materiales	32
3.12.1	Reconocimiento y admisión de materiales	33
3.12.2	Apoyos.....	33
3.12.3	Herrajes	33
3.12.4	Aisladores	33
3.12.5	Conductores	33
3.13	Recepción de obra.....	34
3.13.1	Calidad de las cimentaciones	34
3.13.2	Tolerancias de ejecución	34
3.14	Condiciones de ejecución de las conversiones aéreo – subterráneas.....	35
3.14.1	Protección mecánica	35
3.14.2	Instalación de pararrayos.....	35
CAPÍTULO 4: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN		37
4.1	Generalidades	37
4.2	Zanjas	38
4.2.1	Apertura de zanjas	38
4.2.2	Suministro y colocación de protección de arena	38
4.2.3	Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo	39
4.2.4	Colocación de la cinta de PE.....	39
4.2.5	Tapado y apisonado de las zanjas	39
4.2.6	Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes	40

4.2.7	Utilización de los dispositivos de balizamiento.....	40
4.2.8	Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución	40
4.3	Rotura de pavimentos.....	41
4.4	Reposición de pavimentos	41
4.5	Cruzamientos (cables entubados).....	42
4.6	Cruzamientos y Paralelismos con otras instalaciones.....	44
4.7	Tendido de cables	45
4.7.1	Manejo y preparación de bobinas.....	45
4.7.2	Tendido de cables en zanja	45
4.7.3	Tendido de cables en tubulares	48
4.8	Empalmes	48
4.9	Terminales.....	49
4.10	Pararrayos y seccionador	49
4.11	Herrajes y conexiones	49
4.12	Transporte de bobinas de cables	50
CAPÍTULO 5: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		51
5.1	Calidad de los materiales	51
5.1.1	Obra civil.....	51
5.1.2	Aparamenta de Alta Tensión.....	51
5.1.3	Transformadores de potencia	52
5.1.4	Equipos de medida	52
5.2	Normas de ejecución de las instalaciones.....	53
5.3	Pruebas reglamentarias	53
5.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	53
5.5	Certificados y documentación.....	54
5.6	Libro de órdenes	54

CAPÍTULO 1

CONDICIONES GENERALES

1.1 Objeto

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto establecer las condiciones y requisitos mínimos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas están especificadas en la Memoria y Planos del Proyecto.

1.2 Campo de aplicación

Este pliego de condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión de 40 kV, así como de los centros de transformación.

1.3 Condiciones facultativas legales

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo, correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-24042 “Contratación de obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente pliego de condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al proyecto.

Las obras del presente proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (O.M. 20-IX-73).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión n (O.M. 28-XI-68).
- Normas Para Señalización de Obras en las Carreteras (O.M. 14- III-60).
- Reglamento sobre Condiciones técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones Eléctricas y Centros de Transformación (real Decreto 3275/1982 de 12-XI-82).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y Estatuto de los Trabajadores.

- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-VIII-70).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-III-71).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-V-52).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71 de 11-III-71).
- Obligatoriedad de la Inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el Trabajo en los Proyectos de Edificación y Obras Públicas (Real Decreto 555/1986,21-II-86).
- Cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la industria nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.
- Viene también obligado al cumplimiento de cuanto la Dirección de Obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y de la obra en general. En ningún caso dicho cumplimiento eximirá de responsabilidad al contratista.
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (O.M. 21-XI-59).

1.4 Plazos de ejecución

En el Pliego Particular de Condiciones de cada obra, se establecerán los plazos parciales, y plazo final de terminación, a los que el Contratista deberá ajustarse obligatoriamente.

Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesarios para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

Estas obras o conjunto de obras que condicionan un plazo parcial, se definirán bien por un estado de dimensiones, bien por la posibilidad de prestar en ese momento y sin restricciones, el uso, servicio o utilización que de ellas se requiere. En consecuencia, y a efectos del cumplimiento del plazo, la terminación de la obra y su puesta a disposición será independiente del importe de los trabajos realizados a precio de Contrato, salvo que el importe de la Obra Característica realizada supere como mínimo en un 10% el presupuesto asignado para esa parte de la obra.

Para valorar a estos efectos la obra realizada, no se tendrá en cuenta los aumentos del coste producidos por revisiones de precios y sí únicamente los aumentos reales del volumen de obra.

En el caso de que el importe de la Obra Característica realizada supere en un 10% al presupuesto para esa parte de obra, los plazos parciales y final se prorrogarán en un plazo igual al incremento porcentual que exceda de dicho 10%.

1.5 Planos provisionales y definitivos

Con el fin de poder acelerar los trámites de licitación y adjudicación de las obras y consecuente iniciación de las mismas, la empresa Contratante, podrá facilitar a los contratistas, para el estudio de su oferta, documentación con carácter provisional.



En tal caso, los planos que figuren en dicha documentación no serán válidos para construcción, sino que únicamente tendrán el carácter de informativos y servirán para formar ideas de los elementos que componen la obra, así como para obtener las mediciones aproximadas y permitir el estudio de los precios que sirven de base para el presupuesto de la oferta.

Este carácter de planos de información se hará constar expresamente y en ningún caso podrán utilizarse dichos planos para la ejecución de ninguna parte de la obra.

Los planos definitivos se entregaran al Contratista con antelación suficiente a fin de no retrasar la preparación y ejecución de los trabajos.

1.6 Documento final de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma el técnico responsable como Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con el Proyecto y especificaciones de Calidad en la ejecución.

Una vez finalizadas las obras, el contratista deberán solicitar la recepción del trabajo, en ella se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento de los cables.

A la conclusión del trabajo se confeccionará el plano final de obra que se entregará inmediatamente acabada ésta y en el que figurarán todos los detalles singulares que se hubieran puesto de manifiesto durante la ejecución de la misma.

La escala del plano será 1:5000 y contendrá la topografía urbanística real con el correspondiente nombre de las calles y plazas y el número de los edificios y/o solares existentes. En éste figurarán las acotaciones precisas para su exacta situación, distancia de fachadas, profundidades, situación de los empales, tubulares en seco instalados, tubulares de cruce, etc.

Asimismo constarán los cruzamientos, paralelismos y detalles de interés respecto a otros servicios como conducciones de agua, gas electricidad comunicación y alcantarillado.

De vital importancia será la anotación puntual de defectos corregidos en situaciones antirreglamentarias halladas durante el tendido, así como las adoptadas frente a puntos conflictivos que se hayan dado durante el mismo y que pudieran afectar a la normativa vigente de seguridad.

Con la entrega del plano se acompañará el certificado final de obra para su legalización así como el certificado de reconocimiento de cruzamientos y paralelismos de las instalaciones.

1.7 Fianza provisional, definitiva y fondo de garantía

1.7.1 Fianza provisional

La fianza provisional del mantenimiento de las ofertas se constituirá por los contratistas ofertantes por la cantidad que se fije en las bases de licitación. Esta fianza se depositará al tomar parte en el concurso y se hará en efectivo.

Por lo que a plazo de mantenimiento, alcance de la fianza y devolución de la misma se refiere, se estará a lo establecido en los artículos 7, 9 y 12 del presente Pliego General.

1.7.2 Fianza definitiva

A la firma del contrato, el Contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de adjudicación.

En cualquier caso la empresa Contratante se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por Aval Bancario realizable a satisfacción de la empresa Contratante. En el caso de que el Aval Bancario sea prestado por varios Bancos, todos ellos quedarán obligados solidariamente con la empresa Contratante y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de Aval Bancario será facilitado por la empresa Contratante debiendo ajustarse obligatoriamente el Contratista a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del contrato, hasta la liquidación final de las obras y será devuelta una vez realizada ésta.

Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del contratista, y quedará a beneficio de la empresa Contratante en los casos de abandono del trabajo o de rescisión por causa imputable al Contratista.

1.7.3 Fondo de garantía

Independientemente de esta fianza, la empresa Contratante retendrá el 5% de las certificaciones mensuales, que se irán acumulando hasta constituir un fondo de garantía.

Este fondo de garantía responderá de los defectos de ejecución o de la mala calidad de los materiales, suministrados por el Contratista, pudiendo la empresa Contratante realizar con cargo a esta cuenta las reparaciones necesarias, en caso de que el Contratista no ejecutase por su cuenta y cargo dicha reparación.

Este fondo de garantía se devolverá, una vez deducidos los importes a que pudiese dar lugar el párrafo anterior, a la recepción definitiva de las obras.

1.8 Modificaciones del proyecto

La empresa Contratante podrá introducir en el proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se hayan previsto en el proyecto y siempre que no varíen las características principales de las obras.

También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento, disminución o supresión de las unidades de obra marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que esta sea de las comprendidas en el contrato.

Cuando se trate de aclarar o interpretar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o dibujos, las ordenes o instrucciones se comunicarán exclusivamente por escrito al contratista, estando obligado éste a su vez a devolver una copia suscribiendo con su firma el enterado.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista, y siempre que, a los precios del Contrato, sin ulteriores omisiones, no alteren el Presupuesto total de Ejecución Material contratado en más de un 35%, tanto en más como en menos, el contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ninguna clase.

1.9 Modificaciones de los planos

Los planos de construcción podrán modificar a los provisionales de concurso, respetando los principios esenciales y el Contratista no puede por ello hacer reclamación alguna a la empresa Contratante.

El carácter complejo y los plazos limitados de que se dispone en la ejecución de un Proyecto, obligan a una simultaneidad entre las entregas de las especificaciones técnicas de los suministradores de equipos y la elaboración de planos definitivos de Proyecto.

Esta simultaneidad implica la entrega de planos de detalle de obra civil, relacionada directamente con la implantación de los equipos, durante todo el plazo de ejecución de la obra.

La empresa contratante tomara las medidas necesarias para que estas modificaciones no alteren los planos de trabajo del contratista entregando los planos con la suficiente antelación para que la preparación y ejecución de estos trabajos se realice de acuerdo con el programa previsto.

El contratista por su parte no podrá alegar desconocimiento de estas definiciones de detalle, no incluidas en el proyecto base, y que quedará obligado a su ejecución dentro de las prescripciones generales del contrato.

El contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, debiendo informar por escrito a la empresa contratante en el plazo máximo de 15 días y antes de proceder a su ejecución, de cualquier contradicción, error u omisión que lo exigiera técnicamente incorrectos.

1.10 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

1.11 Replanteo de la obra

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

La empresa contratante entregará al contratista los hitos de triangulación y referencias de nivel establecidos por ella en la zona de obras a realizar. La posición de estos hitos y sus coordenadas figurarán en un plano general de situación de las obras.

Dentro de los 15 días siguientes a la fecha de adjudicación el contratista verificará en presencia de los representantes de la empresa contratante el plano general de replanteo y las coordenadas de los hitos, levantándose el acta correspondiente. La empresa contratante precisará sobre el plano de replanteo las referencias a estos hitos de los ejes principales de cada una de las obras.

El contratista será responsable de la conservación de todos los hitos y referencias que se le entreguen. Si durante la ejecución de los trabajos, se destruyese alguno, deberá reponerlos por su cuenta y bajo su responsabilidad.

El contratista establecerá en caso necesario, hitos secundarios y efectuará todos los replanteos precisos para la perfecta definición de las obras a ejecutar, siendo de su responsabilidad los perjuicios que puedan ocasionarse por errores cometidos en dichos replanteos.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del contratista.

1.12 Control de calidad de la ejecución

Se establecerán los controles necesarios para que la obra, en su ejecución, cumpla con todos los requisitos especificados en el presente pliego de condiciones.

CAPÍTULO 2

CONDICIONES LEGALES Y ECONÓMICAS

2.1 Contrato

A tenor de lo dispuesto por el contratista, dentro de los treinta días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa contratante, depositará la fianza definitiva y formalizará el Contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El contrato tendrá carácter de documento privado. Pudiendo ser elevado a público, a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del Contratista los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el Contrato, la empresa Contratante procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al contratista, no se pudiera formalizar el Contrato en el plazo, la empresa contratante podrá proceder a anular la adjudicación, con incautación de la fianza provisional.

A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el pliego particular de condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al contratista en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

El contrato será firmado por parte del CONTRATISTA, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

2.2 Domicilios y representaciones

El Contratista está obligado, antes de iniciarse las obras objeto del contrato a constituir un domicilio en la proximidad de las obras, dando cuenta a la empresa Contratante del lugar de ese domicilio.

Seguidamente a la notificación del contrato, la empresa contratante comunicará al Contratista su domicilio a efectos de la ejecución del contrato, así como nombre de su representante.

Antes de iniciarse las obras objeto del contrato, el Contratista designará su representante a pie de obra y se lo comunicará por escrito a la empresa Contratante especificando sus poderes, que deberán ser lo suficientemente amplios para recibir y resolver en consecuencia las comunicaciones y órdenes de la representación de la empresa Contratante. En ningún caso constituirá motivo de excusa para el Contratista la ausencia de su representante a pie de obra.

El Contratista está obligado a presentar a la representación de la empresa Contratante antes de la iniciación de los trabajos, una relación comprensiva del personal facultativo responsable de la ejecución de la obra contratada y a dar cuenta posteriormente de los cambios que en el mismo se efectúen, durante la vigencia del contrato.

La designación del representante del Contratista, así como la del personal facultativo, responsable de la ejecución de la obra contratada, requiere la conformidad y aprobación de la empresa Contratante quien por motivo fundado podrá exigir el Contratista la remoción de su representante y la de cualquier facultativo responsable.

2.3 Obligaciones del contratista en materia social

El contratista estará obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social y de seguridad e higiene en el trabajo. En lo referente a las obligaciones del contratista en materia de seguridad e higiene en el trabajo, éstas quedan detalladas de la forma siguiente:

El contratista es responsable de las condiciones de seguridad e higiene en los trabajos, estando obligado a adoptar y hacer aplicar, a su costa, las disposiciones vigentes sobre estas materias, en las medidas que dicte la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, así como las normas de seguridad complementarias que correspondan a las características de las obras contratadas.

A tal efecto el Contratista debe establecer un Plan de Seguridad, Higiene y Primeros Auxilios que especifiquen con claridad las medidas prácticas que, para la consecución de las precedentes prescripciones, estime necesario tomar en la obra.

Este Plan debe precisar las formas de aplicación de las medidas complementarias que correspondan a los riesgos de la obra con el objeto de asegurar eficazmente:

- La seguridad de su propio personal, del de la empresa Contratante y de terceros.
- La Higiene y Primeros Auxilios a enfermos y accidentados.
- La seguridad de las instalaciones.

El Plan de seguridad así concebido debe comprender la aplicación de las Normas de Seguridad que la empresa Contratante prescribe a sus empleados cuando realizan trabajos similares a los encomendados al personal del Contratista, y que se encuentran contenidas en las prescripciones de seguridad y primeros auxilios redactadas por UNESA.

El plan de seguridad, higiene y primeros auxilios deberá ser comunicado a la empresa contratante, en el plazo máximo que se señale en el Pliego de Condiciones particulares y en su defecto, en el plazo de tres meses a partir de la firma del contrato. El incumplimiento de este plazo puede ser motivo de resolución del contrato.

La adopción de cualquier modificación o paliación al plan previamente establecido, en razón de la variación de las circunstancias de la obra, deberá ser puesta inmediatamente en conocimiento de la empresa Contratante.

Los gastos originados por la adopción de las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios son a cargo del Contratista y se considerarán incluidos en los precios del contrato. Quedan comprendidas en estas medidas, sin que su enumeración los límites:

- La formación del personal en sus distintos niveles profesionales en materia de seguridad, higiene y primeros auxilios, así como la información al mismo mediante carteles, avisos o señales de los distintos riesgos que la obra presente.
- El mantenimiento del orden, limpieza, comodidad y seguridad en las superficies o lugares de trabajo, así como de los accesos a aquellos.
- Las protecciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones, aparatos y máquinas, almacenes, polvorines, etc., incluida las protecciones contra incendios.
- El establecimiento de las medidas encaminadas a la eliminación de factores nocivos, tales como polvos, humos, gases, vapores, iluminación deficiente, ruidos, temperatura, humedad, y aireación deficiente, etc.
- El suministro a los operarios de todos los elementos de protección personal necesarios, así como de las instalaciones sanitarias, botiquines, ambulancias, que las circunstancias hagan igualmente necesarias. Asimismo, el Contratista debe proceder a su costa al establecimiento de vestuarios, servicios higiénicos, servicio de comedor y menaje, barracones, suministro de agua, etc., que las características en cada caso de la obra y la reglamentación determinen.

Los contratistas que trabajan en una misma obra deberán agruparse en el seno de un comité de Seguridad, formado por los representantes de las empresas, Comité que tendrá por misión coordinar las medidas de seguridad, higiene y primeros auxilios, tanto a nivel individual como colectivo.

De esta forma, cada contratista debe designar un representante responsable ante el Comité de Seguridad. Las decisiones adoptadas por el Comité se aplicaran a todas las empresas, incluso a las que lleguen con posterioridad a la obra.

Los gastos resultantes de esta organización colectiva se prorratearán mensualmente entre las empresas participantes, proporcionalmente al número de jornales, horas de trabajo de sus trabajadores, o por cualquier otro método establecido de común acuerdo.

El Contratista remitirá a la representación de la empresa Contratante, con fines de información copia de cada declaración de accidente que cause baja en el trabajo,

inmediatamente después de formalizar la dicha baja. Igualmente por la Secretaría del Comité de Seguridad previamente aprobadas por todos los representantes.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la empresa Contratante.

2.4 Gastos de carácter general por cuenta del contratista

Se entiende como tales los gastos de cualquier clase ocasionados por la comprobación del replanteo de la obra, los ensayos de materiales que deba realizar por su cuenta el Contratista; los de montaje y retirada de las construcciones auxiliares, oficinas, almacenes y cobertizos pertenecientes al contratista; los correspondientes a los caminos de servicio, señales de tráfico provisionales para las vías públicas en las que se dificulte el tránsito, así como de los equipos necesarios para organizar y controlar éste en evitación de accidentes de cualquier clase; los de protección de materiales y la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y combustibles; los de limpieza de los espacios interiores y exteriores; los de construcción, conservación y retirada de pasos, caminos provisionales y alcantarillas; los derivados de dejar tránsito a peatones y vehículos durante la ejecución de las obras; los de desviación de alcantarillas, tuberías, cables eléctricos y, en general, de cualquier instalación que sea necesario modificar para las instalaciones provisionales del contratista; los de construcción, conservación, limpieza y retirada de las instalaciones sanitarias provisionales y de limpieza de los lugares ocupados por las mismas; los de retirada al fin de la obra de instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra.

Salvo que se indique lo contrario, será de cuenta del Contratista el montar, conservar y retirar las instalaciones para el suministro del agua y de la energía eléctrica necesaria para las obras y la adquisición de dichas aguas y energía.

Serán de cuenta del Contratista los gastos ocasionados por la retirada de la obra, de los materiales rechazados, los de jornales y materiales para las mediciones periódicas para la redacción de certificaciones y los ocasionados por la medición final; los de pruebas, ensayos, reconocimientos y tomas de muestras para las recepciones parciales y totales, provisionales y definitivas, de las obras; La corrección de las deficiencias observadas en las pruebas, ensayos, etc., y los gastos derivados de los asientos o averías, accidentes o años que se produzcan en estas pruebas y la reparación y conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Además serán cuenta del contratista los ensayos que realice directamente con los materiales suministrados por sus proveedores antes de su adquisición e incorporación a la obra y que en su momento serán controlados por la empresa contratante para su aceptación definitiva. Serán así mismo de su cuenta aquellos ensayos que el contratista crea oportuno realizar durante la ejecución de los trabajos, para su propio control.

2.5 Gastos de carácter general por cuenta de la empresa contratante

Serán por cuenta de la empresa contratante los gastos originados por la inspección de las obras del personal de la empresa contratante o contratados para este fin, la comprobación o revisión de las certificaciones, la toma de muestras y ensayos de laboratorio para la comprobación periódica de calidad de materiales y obras realizadas, salvo los indicados en el artículo 2.4, y el transporte de los materiales suministrados por la empresa contratante, hasta el almacén de obra, sin incluir su descarga ni los gastos de paralización de vehículos por retrasos en la misma.

Asimismo, serán a cargo de la empresa contratante los gastos de primera instalación, conservación y mantenimiento de sus oficinas de obra, residencias, poblado, botiquines, laboratorios, y cualquier otro edificio e instalación propiedad de la empresa Contratante y utilizados por el personal empleado de esta empresa, encargado de la dirección y vigilancia de las obras.

2.6 Revisión de precios

La empresa Contratante adopta para las revisiones de los precios el sistema de fórmulas polinómicas vigentes para las obras del Estado y Organismos Autónomos, establecido por el Decreto-Ley 2/1964 de 4 de febrero (B.O.E. de 6-II-64), especialmente en lo que a su artículo se refiere.

En el Pliego Particular de Condiciones de la obra, se establecerá la fórmula o fórmulas polinómicas a emplear, adoptando de entre todas las reseñadas en el Decreto-Ley 3650/1970 de 19 de diciembre (B.O.E. 29-XII-70) la que más se ajuste a las características de la obra contratada.

Si estas características así lo aconsejan, la empresa Contratante se reserva el derecho de establecer en dicho Pliego nuevas fórmulas, modificando los coeficientes o las variables de las mismas. Para los valores actualizados de las variables que inciden en la fórmula, se tomarán para cada mes los que faciliten el Ministerio de Hacienda una vez publicados en el B.O.E. Los valores iniciales corresponderán a los del mes de la fecha del Contrato.

Una vez obtenido el índice de revisión mensual, se aplicará al importe total de la certificación correspondiente al mes de que se trate, siempre y cuando la obra realizada durante dicho periodo, lo haya sido dentro del programa de trabajo establecido.

En el caso de que las obras se desarrollen con retraso respecto a dicho programa, las certificaciones mensuales producidas dentro del plazo se revisarán por los correspondientes índices de revisión hasta el mes previsto para la terminación de los trabajos. En este momento, dejarán de actualizarse dicho índice y todas las certificaciones posteriores que puedan producirse, se revisarán con este índice constante.

Los aumentos de presupuesto originados por las revisiones de precios oficiales, no se computarán a efectos de lo establecido en el artículo 1.8, "Modificaciones del proyecto".

Si las obras a realizar fuesen de corta duración, la empresa contratante podrá prescindir de la cláusula de revisión de precios, debiéndolo hacer constar así expresamente en las bases del Concurso.

2.7 Certificación y abono de las obras

Las unidades de obra se medirán mensualmente sobre las partes realmente ejecutadas con arreglo al Proyecto, modificaciones posteriores y órdenes de la Dirección de Obra, y de acuerdo con los artículos del Pliego de Condiciones.

La medición de la obra realizada en un mes se llevará a cabo en los ocho primeros días siguientes a la fecha de cierre de certificaciones. Dicha fecha se determinará al comienzo de las obras.

Las valoraciones efectuadas servirán para la reacción de certificaciones mensuales al origen, de las cuales se tendrá el líquido de abono.

Corresponderá a la empresa Contratante en todo caso, la reacción de las certificaciones mensuales.

Las certificaciones y abonos de las obras, no suponen aprobación ni recepción de las mismas.

Las certificaciones mensuales se deben entender siempre como abonos a buena cuenta, y en consecuencia, las mediciones de unidades de obra y los precios aplicados no tienen el carácter de definitivos, pudiendo surgir modificaciones en certificaciones posteriores y definitivamente en la liquidación final.

Si el Contratista rehusase firmar una certificación mensual o lo hiciese con reservas por no estar conforme con ella, deberá exponer por escrito y en el plazo máximo de diez días, a partir de la fecha de que se le requiera para la firma, los motivos que fundamenten su reclamación e importe de la misma. La empresa Contratante considerará esta reclamación y decidirá si procede atenderla.

Los retrasos en el cobro, que pudieran producirse como consecuencia de esta dilación en los trámites de la certificación, no se computarán a efectos de plazo de cobro ni de abono de intereses de demora.

Terminado el plazo de diez días, señalado en el epígrafe anterior, o si hubiese variado la obra en forma tal que les fuera imposible recomprobar la medición objeto de discusión, se considerará que la certificación es correcta, no admitiéndose posteriormente reclamación alguna en tal sentido.

Tanto en las certificaciones, como en la liquidación final, las obras serán en todo caso abonadas a los precios que para cada unidad de obra figuren en la oferta aceptada, o a los

precios contradictorios fijados en el transcurso de la obra, de acuerdo con lo provisto en el artículo 2.4.

Los precios de unidades de obra, así como los de los materiales, maquinaria y mano de obra que no figuren entre los contratados, se fijarán contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos.

Estos precios deberán ser presentados por el Contratista debidamente descompuestos, conforme a lo establecido en el presente Pliego. La Dirección de Obra podrá exigir para su comprobación la presentación de los documentos necesarios que justifique la descomposición del precio presentado por el Contratista.

La negociación del precio contradictorio será independiente de la ejecución de la unidad de obra de que se trate, viniendo obligado el Contratista a realizarla, una vez recibida la orden correspondiente. A falta de acuerdo se certificará provisionalmente a base de los precios establecidos por la empresa Contratante.

Cuando circunstancias especiales hagan imposible el establecer nuevos precios, o así le convenga a la empresa Contratante, corresponderá exclusivamente a esta Sociedad la decisión de abonar estos trabajos en régimen de Administración, aplicando los barremos de mano de obra, materiales y maquinaria, aprobados en el Contrato.

Cuando así lo admita expresamente el Pliego de Condiciones Particulares de la obra, o la empresa Contratante acceda a la petición en este sentido formulada por el Contratista, podrá certificarse a cuenta de acopios de materiales en la cuantía que determine dicho Pliego, o en su defecto la que estime oportuno la Dirección de Obra.

Las cantidades abonadas a cuenta por este concepto se deducirán de la certificación de la unidad de obra correspondiente, cuando dichos materiales pasen a formar parte de la obra ejecutada.

En la liquidación final no podrán existir abonos por acopios, ya que los excesos de materiales serán siempre por cuenta del Contratista.

El abono de cantidades a cuenta en concepto de acopio de materiales no presupondrá, en ningún caso, la aceptación en cuanto a la calidad y demás especificaciones técnicas de dicho material, cuya comprobación se realizará en el momento de su puesta en obra.

Del importe de la certificación se retraerá el porcentaje fijado entre ambas partes para la constitución del fondo de garantía.

Las certificaciones por revisión de precios, se redactarán independientemente de las certificaciones mensuales de obra ejecutada, ajustándose a las normas establecidas.

El abono de cada certificación tendrá lugar dentro de los 120 días siguientes de la fecha en que quede firmada por ambas partes la certificación y que obligatoriamente deberá figurar en la antefirma de la misma. El pago se efectuará mediante transferencia bancaria, no admitiéndose en ningún caso el giro de efectos bancarios por parte del Contratista.

Si el pago de una certificación no se efectúa dentro del plazo indicado, se devengarán al Contratista, a petición escrita del mismo, intereses de demora.

Estos intereses se devengarán por el periodo transcurrido del último día del plazo tope marcado (120 días) y la fecha real de pago. Siendo el tipo de interés, el fijado por el Banco de España, como tipo de descuento comercial para ese periodo.

2.8 Rescisión del contrato

Cuando a juicio de la empresa Contratante el incumplimiento por parte del Contratista de alguna de las cláusulas del Contrato, pudiera ocasionar graves trastornos en la realización de las obras, en el cumplimiento de los plazos, o en su aspecto económico, la empresa Contratante podrá decidir la resolución del Contrato, con las penalidades a que hubiera lugar. Así mismo, podrá proceder la resolución con pérdida de fianza y garantía suplementaria si la hubiera, de producirse alguno de los supuestos siguientes:

- Cuando no se hubiese efectuado el montaje de las instalaciones y medios auxiliares o no se hubiera aportado la maquinaria relacionada en la oferta o su equivalente en potencia o capacidad en los plazos previstos incrementados en un 25%, o si el Contratista hubiese sustituido dicha maquinaria en sus elementos principales sin la previa autorización de la empresa Contratante.
- Cuando durante un periodo de tres meses consecutivos y considerados conjuntamente, no se alcanzase un ritmo de ejecución del 50% del programa aprobado para la Obra característica. Cuando se cumpla el plazo final de las obras y falte por ejecutar más del 20% de presupuesto de Obra característica. La imposición de las multas establecidas por los retrasos sobre dicho plazo, no obligará a la empresa Contratante a la prórroga del mismo, siendo potestativo por su parte elegir entre la resolución o la continuidad del Contrato.

Será así mismo causa suficiente para la rescisión, alguno de los hechos siguientes:

- La quiebra, fallecimiento o incapacidad del Contratista. En este caso, la empresa Contratante podrá optar por la resolución del Contrato, o por que se subroguen en el lugar del Contratista los síndicos de la quiebra, su causa habitantes o sus representantes.
- La disolución, por cualquier causa, de la sociedad, si el Contratista fuera una persona jurídica.
- Si el Contratista es una agrupación temporal de empresas y alguna de las integrantes se encuentra incluida en alguno de los supuestos previstos. la empresa Contratante estará facultada para exigir el cumplimiento de las obligaciones pendientes del Contrato a las restantes empresas que constituyen la agrupación temporal o para acordar la resolución del Contrato. Si la empresa Contratante optara en ese momento por la rescisión, esta no producirá pérdida de la fianza, salvo que concurriera alguna otra causa suficiente para declarar tal pérdida.



- Procederá asimismo la rescisión, sin pérdida de fianza por el Contratista, cuando se suspenda la obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista, no sea posible dar comienzo a la obra adjudicada, dentro del plazo de 3 meses, a partir de la fecha de adjudicación.

En el caso de que se incurriese en las causas de resolución del Contrato conforme a las cláusulas de este Pliego General de Condiciones, o del Particular de la obra, la empresa Contratante se hará cargo de las obras en la situación en que se encuentren, sin otro requisito que el del levantamiento de un Acta Notarial o simple, si ambas partes prestan su conformidad, que refleje la situación de la obra, así como de acopios de materiales, maquinaria y medios auxiliares que el Contratista tuviese en ese momento en el emplazamiento de los trabajos.

Con este acto de la empresa Contratante el Contratista no podrá poner interdicto ni ninguna otra acción judicial, a la que renuncie expresamente.

Siempre y cuando el motivo de la rescisión sea imputable al Contratista, éste se obliga a dejar a disposición de la empresa Contratante hasta la total terminación de los trabajos, la maquinaria y medios auxiliares existentes en la obra que la empresa Contratante estime necesario, pudiendo el Contratista retirar los restantes.

La empresa Contratante abonará por los medios, instalaciones y máquinas que decida deben continuar en obra, un alquiler igual al estipulado en el baremo para trabajos por administración, pero descontando los porcentajes de gastos generales y beneficio industrial del Contratista.

El Contratista se compromete como obligación subsidiaria de la cláusula anterior, a conservar la propiedad de las instalaciones, medios auxiliares y maquinaria seleccionada por la empresa Contratante o reconocer como obligación precedente frente a terceros, la derivada de dicha condición.

La empresa Contratante comunicará al Contratista, con treinta días de anticipación, la fecha en que desea reintegrar los elementos que venía utilizando, los cuales dejará de devengar interés alguno a partir de su devolución, o a los 30 días de la notificación, si el Contratista no se hubiese hecho cargo de ellos. En todo caso, la devolución se realizará siempre a pie de obra, siendo por cuenta del Contratista los gastos de su traslado definitivo.

En los contratos rescindidos, se procederá a efectos de garantías, fianzas, etc. a efectuar las recepciones provisionales y definitivas de todos los trabajos ejecutados por el Contratista hasta la fecha de la rescisión.

CAPÍTULO 3

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN

3.1 Objeto y campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 2ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 40 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

3.2 Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

3.2.1 Replanteo de apoyos

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- Una estaquilla para los apoyos de madera.
- Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aun cuando sean de amarre.
- Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

3.3 Apertura de hoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- *Excavación:* Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- *Explanación:* Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor abierto tiempo posible las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos.

En el caso de que, por la naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm, como mínimo,

por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

3.4 Transporte, acarreo y acopio a pie del lecho

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

3.5 Cimentaciones

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundiciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

3.5.1 Arena

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm^3 de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm^3 . Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm^3 se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm^3 de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm^3 . Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

- 1 parte de cemento
- 3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm^2 . Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpio debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

3.5.2 Grava

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm, no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

3.5.3 Cemento

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Prevía autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

3.5.4 Agua

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

3.5.5 Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

- Cemento: 1
- Arena: 3
- Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen. El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm de altura y bases de 10 y 20 cm de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

- Seca: De 30 a 28 cm.
- Plástica: De 28 a 20 cm.



- Blanda: De 20 a 15 cm.
- Fluida: De 15 a 10 cm.

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

3.5.6 Ejecución de las cimentaciones

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc.

Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo.

La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierte-aguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos.

Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.
- Al día siguiente de hormigonada la fundición, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.
- En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

3.6 Armado e izado de apoyos

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10%), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste. El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua.

Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

3.7 Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

3.8 Tendido, tensado y engrapado de los conductores

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

3.8.1 Colocación de aisladores

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

3.8.2 Tendido de los conductores

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados.

De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo.

Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc. Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación.

Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas.

En caso de cruce con otras líneas (AT, BT o de comunicaciones) también deberán disponerse la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (AT y BT), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intempestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de AT adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

3.8.3 Tensado, regulado y engrapado de los conductores

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150° .

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto.

En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario.

La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

3.9 Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

3.10 Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo. Deberá cumplir las características señaladas en la Recomendación UNESA 0 203.

3.11 Tomas de tierra

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hincia del electrodo (o colocación del anillo o configuración cuadrada según corresponda), así

como la conexión del electrodo, o anillo o configuración cuadrada, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los tres sistemas siguientes: Electrodo de difusión, Anillos cerrados o Configuraciones cuadradas según recomendaciones UNESA. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados o configuración cuadrada.

3.11.1 Electrodo de difusión

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m del macizo de hormigón.

3.11.2 Anillo cerrado o configuración cuadrada

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo o cuadrado de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm², pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo o cuadrado estará enterrado a 50 cm de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m, como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

3.11.3 Comprobación de los valores de resistencia de difusión

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3.12 Materiales

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

Todos los materiales que entren en la formación de la instalación, y para los cuales existan disposiciones oficiales que reglamenten la recepción, transporte, manipulación o empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor durante la ejecución de las obras.

3.12.1 Reconocimiento y admisión de materiales

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.12.2 Apoyos

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Recomendación UNESA 6 703 y en la Norma UNE 21 080. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero de los seleccionados en la Recomendación UNESA 6 702 y de acuerdo con la Norma 36 531-1A R.

3.12.3 Herrajes

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Los soportes para aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6 626. Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21 009, 21 073 y 21 124-76.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6 617.

3.12.4 Aisladores

Los aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6 612.

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o anclaje responderán a las especificaciones de la Norma UNE 21 002.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.12.5 Conductores

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Recomendación UNESA 3403 y con las especificaciones de la Norma UNE 21 016.

3.13 Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

3.13.1 Calidad de las cimentaciones

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

3.13.2 Tolerancias de ejecución

- *Desplazamiento de apoyos sobre su alineación:* Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.
- *Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista:* No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.
- *Verticalidad de los apoyos:* En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo.
- *Tolerancia de regulación:* Los errores admitidos en las flechas serán:
 - De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.
 - De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.
 - De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor

con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

3.14 Condiciones de ejecución de las conversiones aéreo – subterráneas

En las conversiones aéreo-subterráneas se pueden dar dos casos:

- a. Cable subterráneo AT intercalado en una línea aérea: Cuando la morfología de la red lo requiera se podrá instalar un elemento para separar el cable de la línea aérea.
- b. Cable subterráneo AT alimenta un CT desde la línea aérea: Se podrá instalar un elemento para separar el cable de la línea aérea.

En el presente caso ocupa la primera situación.

3.14.1 Protección mecánica

En el apoyo de la conversión aéreo-subterránea, se deberá instalar un tubo cerrado o bandeja cerrada de hierro galvanizado o bien de material aislante, con un grado de protección frente a daños mecánicos no inferiores a IK10 según la norma UNE EN 50 102. El tubo se empotrará en la cimentación del apoyo de forma contigua al mismo, colocándose paralelamente al apoyo.

El tubo deberá sobresalir 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares.

La terna de cables de media tensión que se conectan a la línea aérea de la parte alta del soporte bajara de forma paralela a este, atravesaran el tubo antes de enterrarse. De esta forma los cables subterráneos estarán protegidos contra daños mecánicos ocasionados por agentes externos.

La parte superior de los tubos deberá estar sellada.

3.14.2 Instalación de pararrayos

Se instalarán pararrayos en el punto de transición de la línea aérea a subterránea. La conexión de la línea con los pararrayos se realizará mediante un conductor con las mismas características de la línea aérea o equivalentes.

Siguiendo las indicaciones de la MIE RAT 13 la conexión de los pararrayos con la puesta a tierra de la conversión, se realizará con un conductor de cobre desnudo, de la forma más directa posible.

El cable de conexión a tierra se protegerá con un tubo de PVC o material aislante difícilmente degradable con una buena protección mecánica.

El valor de la resistencia a tierra de la conversión no podrá superar los 20 Ω .

CAPÍTULO 4

LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN

4.1 Generalidades

Para el buen funcionamiento de la ejecución de un proyecto de la línea eléctrica de media tensión, conviene hacer un análisis de los diferentes pasos que se han de seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se realizarán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

4.2 Zanjas

4.2.1 Apertura de zanjas

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existente como futuro, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

4.2.2 Suministro y colocación de protección de arena

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo. Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

4.2.3 Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin cálices ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de A.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm entre ellos.

4.2.4 Colocación de la cinta de PE

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos *¡Atención a la existencia del cable!*, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

4.2.5 Tapado y apisonado de las zanjas

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de *¡Atención a la existencia del cable!*, se colocará entre dos de estas capas.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

4.2.6 Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

4.2.7 Utilización de los dispositivos de balizamiento

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

4.2.8 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución

Se considerará como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,40 m de anchura media y una profundidad de 0,90 m en las aceras y 1,10 m en las calzadas. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de la Obra.

La separación mínima entre los ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de diferentes circuitos, deberá ser de 0,20 m separados por un ladrillo, o de 0,25 m entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de cables unipolares de fase, será como mínimo de 8 cm con un ladrillo o rasilla colocada de canto entre cada dos de ellos a lo largo de todas las canalizaciones.

Al ser de 10 cm el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m deberán de protegerse los cables con placas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente de acuerdo con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Cuando al abrir catas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm en la proyección horizontal de ambos.

- Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

4.3 Rotura de pavimentos

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

4.4 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

4.5 Cruzamientos (cables entubados)

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa. Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.
- El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.
- La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada. Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- Agua: Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- Mezcla: La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable. Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderán a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma, se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos, se procederá del modo siguiente:

- Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4cm procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente.
- Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.
- En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40m serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

- Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.
- En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.
- La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.
- Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.
- Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

4.6 Cruzamientos y Paralelismos con otras instalaciones

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m y a una profundidad mínima de 1,30 m con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m para gaseoductos.
- 0,30 m para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de

telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m.

El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en los cables interurbanos o a 0,30 m en los cables urbanos.

4.7 Tendido de cables

4.7.1 Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando. Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

4.7.2 Tendido de cables en zanja

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de

curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm^2 de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm^2 en cables trifásicos y a 5 kg/mm^2 para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano. Únicamente, y de manera excepcional, se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación.

El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de A.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm.

Mediante un ladrillo o rasilla, colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.
- Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.
- Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de AT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

4.7.3 Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

4.8 Empalmes

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

4.9 Terminales

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

4.10 Pararrayos y seccionador

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos auto valvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo res guardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 ohms.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm inclinados de manera que, partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m, emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

4.11 HERRAJES Y CONEXIONES

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable. Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

4.12 Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

CAPÍTULO 5

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

5.1 Calidad de los materiales

5.1.1 Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el ITC-RAT 14, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.1.2 Aparamenta de Alta Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envoltorio metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- *Aislamiento:*

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- *Corte:*

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

5.1.3 Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.1.4 Equipos de medida

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en AT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

5.1.4.1. Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, se procederá a conectar la red de BT. El personal encargado de realizar las maniobras debe estar debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se deben realizar en el siguiente orden:

- Primero se conecta el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere.
- A continuación se conecta la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

5.1.4.2. Separación de servicio

Estas maniobras se deben ejecutar en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

5.1.4.3. Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se deben tomar las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consiste en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas CGM.3 de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartament interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.3 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el ITC-RAT 02.

5.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.5 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.6 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE AT



Estudio Básico de Seguridad y Salud

Autor: Carlos Salguero Monje
Director: Andreas Sumper
Convocatoria: Junio 2017

ÍNDICE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objeto.....	3
1.2. Campo de aplicación	3
1.3. Normativa aplicable	4
1.3.1. Normas Oficiales	4
CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL ESTUDIO	7
2.1. Aspectos generales.....	7
2.2. Identificación de riesgos.....	7
2.3. Obra civil.....	8
2.3.1. Movimiento de tierras y cimentaciones.....	8
2.3.2. Estructura	8
2.3.3. Cerramientos.....	9
2.3.4. Albañilería	9
2.4. Montaje	10
2.4.1. Colocación de soportes y embarrados	10
2.4.2. Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.	10
2.4.3. Trabajos en tensión y de entronque	11
2.5. Protecciones.....	15
2.5.1. Ropa de trabajo	15
2.5.2. Equipos de protección.....	15
2.6. Botiquín de obra.....	16
2.7. Equipo de protección contra incendios	16
CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA	17
3.1. Descripción de la obra y situación.....	17
3.2. Suministro de energía eléctrica.....	17
3.3. Suministro de agua potable	17
3.4. Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos	17
3.5. Interferencias y servicios afectados	18
CAPÍTULO 4: ANEXOS	19
4.1. ANEXO 1. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES	19
4.2. ANEXO 2. LINEAS SUBTERRÁNEAS	21

4.3.	ANEXO 3. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	23
4.4.	ANEXO 4. INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN...	25
4.5.	ANEXO 5. INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN AT, SIN TENSIÓN...	27

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto de este Proyecto.

1.2. Campo de aplicación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos de construcción, mantenimiento, modificación y desguace o recuperación de instalaciones de Líneas Aéreas, Líneas Subterráneas y Centros de Transformación objeto de este Proyecto.

1.3. Normativa aplicable

1.3.1. Normas Oficiales

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata Únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002. Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 3275/1982. Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997 relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 2177/2004. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 1627/1997 relativo a las obras de construcción.
- Real Decreto 604/2006, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 1109/2007 que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.

CAPÍTULO 2

DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.1. Aspectos generales

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

Para los trabajos de conexión con las instalaciones de Endesa la empresa que vaya a realizarlos debe contar con una Dirección Facultativa en obra y con la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal en materia de Prevención y Primeros Auxilios. En caso de trabajos en tensión en Alta Tensión, los trabajadores deberán ser cualificados y autorizados por escrito por el empresario para el que desarrollan los trabajos.

2.2. Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se incorporan en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación generales de los riesgos indicados en los siguientes apartados amplía los contemplados en la guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica, de AMYS.

Conviene indicar que los riesgos indicados corresponden a situaciones normales de la instalación y del personal, debiendo contemplarse la actuación que debe tener el personal en situaciones anómalas y de emergencia en el Plan de Seguridad propio de cada instalador. También se deberán incluir en dicho Plan los riesgos específicos de la actividad desarrollada.

Las condiciones atmosféricas pueden influir sobre el nivel de riesgo, en particular sobre el riesgo eléctrico y el de caídas, por lo que en el Plan del instalador deberán contemplarse las

actuaciones del personal previstas para aquellos casos de tormenta o condiciones de baja visibilidad por niebla.

2.3. Obra civil

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

2.3.1. Movimiento de tierras y cimentaciones

Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

2.3.2. Estructura

Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocutaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobre esfuerzos.

Medidas de preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

2.3.3. Cerramientos

Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

2.3.4. Albañilería

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

2.4. Montaje

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

2.4.1. Colocación de soportes y embarrados

Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

2.4.2. Montaje de Celdas Prefabricadas o apartamenta, Transformadores de potencia y Cuadros de B.T.

Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.

- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

2.4.3. Trabajos en tensión y de entronque

Para los trabajos de entronque se tendrá en cuenta que el trabajo en tensión implica una permanencia del riesgo eléctrico y la forma de prevenirlo y protegerse contra el mismo debe estar recogida en los procedimientos escritos y concretos realizados por la empresa que realiza el trabajo y en los que debe estar formado el personal.

En los trabajos realizados siguiendo métodos de trabajos en tensión los procedimientos deben recoger la secuencia de operaciones a realizar, con indicación de las medidas de seguridad que deban adoptarse, el material y medios de protección a utilizar y las instrucciones para su uso y para la verificación de su buen estado, así como las circunstancias que puedan exigir la interrupción del trabajo.

2.4.3.1. Descripción e identificación de los riesgos

- a. *Caída de personas al mismo nivel*: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón. Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.
- b. *Caída de personas a distinto nivel*: existe éste riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección además como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc.. Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de este riesgo lo constituyen los huecos sin protección ni señalización, existentes en pisos y zonas de trabajo.
- c. *Caída de objetos*: posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y

elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

- d. *Desprendimientos, desplomes y derrumbes:* Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo.

Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas.

También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

- e. *Choques y golpes:* posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc., y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.
- f. *Contactos eléctricos:* posibilidad de lesiones o daño producidos por el paso de corriente por el cuerpo. En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil, puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

- g. *Arco eléctrico:* posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de zona de trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil, puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

- h. *Sobreesfuerzos (carga física dinámica)*: Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física.

En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

- i. *Explosiones*: posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.
- j. *Incendios*: posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.
- k. *Confinamiento*: posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.
- l. *Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc.*, provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de riesgos.

Cuando los trabajos a realizar sean de mantenimiento, desmontaje o retirada de una instalación antigua o parte de ella, el orden de las fases puede ser diferente pero, los riesgos a considerar son similares a los de las fases de montaje. En los anexos se incorporan entre paréntesis las fases correspondientes a los trabajos de mantenimiento y desguace o desmontaje.

2.4.3.2. Medidas de prevención necesarias para evitar riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de este tipo de trabajos, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT, arco eléctrico en AT y BT, y elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual).

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Endesa, deben seguirse las normas y criterios de dicha empresa.
- Aplicar las cinco Reglas de Oro, o los procedimientos específicos de la empresa que realiza los trabajos para trabajos en tensión, coordinando con la empresa suministradora si procede.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que se hagan en este documento con respecto a “Riesgos Eléctricos”, se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614/2001.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo deben considerarse también las medidas de prevención – coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.

- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas

En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación puedan brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones penetraciones, etc.)

2.5. Protecciones

2.5.1. Ropa de trabajo

La ropa de trabajo, será la adecuada, adaptándose lo máximo posible a la anatomía del trabajador y a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

2.5.2. Equipos de protección

A continuación se relacionan los equipos de protección, individual y colectiva, de uso más frecuente en los trabajos que desarrollarán para el promotor.

El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

2.5.2.1. Equipos de protección individual (EPI)

De acuerdo con las normas UNE EN son:

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT.
- Guantes de protección mecánica.
- Pantalla contra proyecciones.
- Gafas de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Discriminador de baja tensión.
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anti-caída, pértiga, cuerdas, etc.)
- En el caso de TET se deberán contar con los equipos necesarios de acuerdo con el procedimiento específico de la Empresa que realiza los trabajos.

2.5.2.2. Protecciones colectivas

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.

- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección,...

2.6. Botiquín de obra

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.

Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

2.7. Equipo de protección contra incendios

Se dispondrá de extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de la obra.

3.1. Descripción de la obra y situación

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recogen en la Memoria del presente proyecto.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

3.2. Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

3.3. Suministro de agua potable

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.4. Vertido de aguas sucias de los servicios higiénicos

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.5. Interferencias y servicios afectados

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

CAPÍTULO 4

ANEXOS

4.1. ANEXO 1

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la puesta en servicio de las instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> - Golpes - Heridas - Caídas de objetos - Atrapamientos - Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AI y BT. Elementos candentes y quemaduras. - Presencia de animales, Colonias etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento equipos y utilización de EPI's. - Utilización de EPI's. - Adecuación de las cargas . - Control de maniobras. - Vigilancia continuada. - Utilización de EPI's. - Utilización de EPI's. - Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar. - Seguir los procedimientos de descargó de instalaciones eléctricas. - Aplicar las 5 Reglas de Oro. - Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión. - Informar, por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos. - Prevención antes de aperturas de armarios, etc.

4.2. ANEXO 2

LINEAS SUBTERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> – Golpes – Heridas – Caídas de objetos – Atrapamientos – Presencia de animales, mordeduras picaduras, sustos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento de equipos – Utilización de EPI's – Adecuación de las cargas – Control de maniobras; Vigilancia continuada; Utilización de EPI's. – Revisión del entorno
2. Excavación y hormigonado	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas al mismo nivel – Caídas a diferente nivel. – Exposición al gas natural. – Caídas de objetos – Desprendimientos – Golpes y heridas – Oculares, cuerpos extraños – Riesgos a terceros – Sobreesfuerzos – Atrapamientos – Contacto eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> – Orden y limpieza – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Identificación de canalizaciones. – Coordinación con empresa gas. – Utilización de EPI's. – Entibamiento – Utilización de EPI's. – Vallado de seguridad, protección huecos. – Información sobre posibles conducciones. – Utilizar fajas de protección lumbar. – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando.
3. Montaje, izado y armado.	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas desde altura – Desprendimiento de carga. – Rotura de elementos de tracción. – Golpes y heridas – Atrapamientos – Caídas de objetos específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's – Control de maniobras y vigilancia continuada – Utilización de EPI's – Analisis previo de las condiciones de tiro equilibrio y atirantado o medios de trabajo específicos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
4. Tendido, empalme y terminales de conductores	<ul style="list-style-type: none"> – Vuelco de maquinaria – Caídas desde altura – Riesgo eléctrico – Golpes y heridas – Atrapamientos – Caídas de objetos – Sobreesfuerzos – Riesgos a terceros – Quemaduras – Ataque de animales 	<ul style="list-style-type: none"> – Acondicionamiento de la zona de ubicación y anclaje correcto de las máquinas de tracción. – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's. – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Utilización de EPI's. – Utilizar fajas de protección lumbar. – Vigilancia continuada y señalización de riesgos. – Revisión del entorno
5. Engrapado de soportes en galerías	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas desde altura – Golpes y heridas – Atrapamientos – Caídas de objetos – Sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's. – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Utilización de EPI's. – Utilizar fajas de protección lumbar.
6. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> – Ver anexo 1 – Presencia de colonias de nidos 	<ul style="list-style-type: none"> – Ver anexo 1 – Revisión del entorno

4.3. ANEXO 3

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras	<ul style="list-style-type: none"> – Golpes y heridas – Caídas de objetos – Atrapamientos – Desprendimiento de cargas – Presencia o ataque de animales. – Presencia de gases 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento equipos. – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Adecuación de las cargas. – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Utilización de EPI's. – Revisión de elementos de elevación y transporte. – Revisión del entorno.
2. Excavación , hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas al mismo nivel – Caídas a diferente nivel – Caídas de objetos – Desprendimientos – Golpes y heridas – Heridas oculares, cuerpos, extraños. – Riesgos a terceros, sobreesfuerzos, atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento equipos. – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Orden y limpieza. – Prever elementos de evacuación y rescate. – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's – Entibamiento – Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones. – Utilizar fajas de protección lumbar. – Control de maniobras y vigilancia continuada de la zona donde se está excavando.
3. Montaje (Desguace de aparellaje en general)	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas desde altura – Golpes y heridas – Atrapamientos – Caídas de objetos – Ataques de animales – Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Utilización de EPI's – Revisión del entorno

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
4. Transporte, conexión y desconexión de generadores auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas a nivel – Caídas a diferente nivel – Caídas de objetos – Riesgos a terceros – Riesgo de incendio – Riesgo eléctrico – Riesgo de accidente de tráfico 	<ul style="list-style-type: none"> – Seguir instrucciones del fabricante. – Actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares. – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's. – Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores. – Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gas oil. – Vehículos autorizados para ello. – Para el llenado el Grupo Electrógeno estará en situación de parada. – Dotación de equipos para extinción de incendios. – Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios.
5. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace o recuperación de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> – Ver anexo 1 	<ul style="list-style-type: none"> – Ver anexo 1

4.4. ANEXO 4

INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN BT, SIN TENSIÓN

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> – Golpes, cortes – Caídas de objetos – Caídas a nivel – Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento de equipos – Utilización de EPI's. – Adecuación de las cargas – Control de maniobras y vigilancia continuada.
2. Desconexión / Conexión de la instalación eléctrica y pruebas	<ul style="list-style-type: none"> – Contacto eléctrico directo e indirecto en BT – Arco eléctrico en BT 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de EPI's. – Coordinar con el Cliente los trabajos a realizar. – Aplicar las 5 Reglas de Oro. – Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión. – Informar, por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y dónde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
3. Montaje/Desmontaje	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas al mismo nivel – Caídas a diferente nivel – Caídas de objetos – Golpes y cortes – Proyección de partículas – Riesgos a terceros – Sobreesfuerzos – Atrapamientos – Contacto eléctrico directo e indirecto en BT. – Arco eléctrico en BT. – Elementos candentes y quemaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> – Orden y limpieza – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's. – Vallado de seguridad, protección huecos. – información sobre posibles conducciones. – Utilizar fajas de protección lumbar. – Control de maniobras y atención continuada. – Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión. – Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

4.5. ANEXO 5

INSTALACIÓN/RETIRADA DE EQUIPOS DE MEDIDA EN AT, SIN TENSIÓN

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> – Golpes y cortes – Caídas de personas – Caídas de objetos – Atrapamientos 	<ul style="list-style-type: none"> – Mantenimiento equipos – Adecuación de las cargas – Control de maniobras – Utilización de EPI's
2. Maniobras y creación/cancelación de la zona de trabajo eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> – Contacto eléctrico directo e indirecto en AT – Arco eléctrico en AT – Caídas de altura 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de EPI's. – Coordinar con el Cliente los trabajos a realizar. – Procedimiento de Descargos: Aplicar las 5 Reglas de Oro. – Apantallar, en caso de proximidad, los elementos en tensión. – Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
3. Montaje	<ul style="list-style-type: none"> – Caída de objetos – Caídas de altura – Caídas a nivel – Explosión – Sobreesfuerzos 	<ul style="list-style-type: none"> – Orden y limpieza – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Vallado de seguridad, protección huecos. – Información sobre posibles conducciones. – Utilizar fajas de protección lumbar.
4. Obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas al mismo nivel – Caídas a diferente nivel – Caídas de objetos – Desprendimientos – Golpes y cortes – Oculares, cuerpos extraños – Sobreesfuerzos – Atrapamientos – Contacto eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Orden y limpieza – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Identificación de canalizaciones. – Coordinación con empresa gas – Utilización de EPI's – Entibamiento

		<ul style="list-style-type: none"> – Utilizar fajas de protección lumbar. – Vallado de seguridad, protección huecos. – Información sobre posibles conducciones.
5. Tendido, empalme y terminales de conductores	<ul style="list-style-type: none"> – Caídas desde altura – Golpes y cortes – Atrapamientos – Caídas de objetos – Sobreesfuerzos – Riesgos a terceros – Quemaduras 	<ul style="list-style-type: none"> – Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente. – Utilización de EPI's – Control de maniobras y vigilancia continuada. – Utilizar fajas de protección lumbar. – Vigilancia continuada y señalización de riesgos.
6. Verificaciones	– Ver anexo 1	– Ver anexo 1

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

PROYECTO ELÉCTRICO DE UNA LÍNEA DE AT



Presupuesto

Autor: Carlos Salguero Monje
Director: Andreas Sumper
Convocatoria: Junio 2017

ÍNDICE PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1: PRESUPUESTO LÍNEA ELÉCTRICA Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	3
1.1. Línea aérea de AT	3
1.1.1. Obra civil.....	3
1.1.2. Materiales y unidades constructivas.....	3
1.1.3. Mano de obra	5
1.2. Línea subterránea de AT.....	6
1.2.1. Obra civil.....	6
1.2.2. Materiales y unidades constructivas.....	6
1.2.3. Varios.....	7
1.2.4. Mano de obra	7
1.3. Centros de transformación.....	8
1.3.1. Obra civil.....	8
1.3.2. Aparellaje de alta tensión	8
1.3.3. Transformador.....	8
1.3.4. Equipo de baja tensión.....	9
1.3.5. Sistema puesta a tierra.....	9
1.3.6. Varios.....	9
1.3.7. Mano de obra	10
1.4. Equipos de protección individual	11
1.5. Conceptos adicionales	12
1.5.1. Ingeniería, topografía y proyecto.....	12
1.5.2. Legalización y puesta en marcha.....	12
1.5.3. Otros conceptos	12
CAPÍTULO 2: RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	13



CAPÍTULO 1

PRESUPUESTO LÍNEA ELÉCTRICA Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.1. Línea aérea de AT

1.1.1. Obra civil

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
5641	Retroexcavadora con martillo rompedor	60 horas	45,42 €/h	2.725,32 €
5747	camión cuba cemento	25 horas	49,00 €/h	1.225,10 €
5682	Pala cargadora 1,2 m ³	20 horas	46,31 €/h	926,23 €
5743	Camión volquete 12 t de capacidad	30 horas	48,94 €/h	1.468,30 €
6101	Hormigón en masa H-150 kg/cm ² , con grueso máximo del granulado de 40 mm	160 m ³	76,83 €/h	12.293,20 €
5733	Camión Transporte 8 t piezas instalación	14 horas	37,65 €/h	527,08 €
5734	Camión Transporte 12 t de las piezas metálicas del soporte	45 horas	52,62 €/h	2.368,03 €

1.1.2. Materiales y unidades constructivas

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
3184	Suministro y tendido de un circuito simple de cable aluminio acero LA-110 sobre soportes metálicos. Incluye barras preformadas de protección, regulación y retención.	12.515 m	5,18 €/u	64.827,70 €
4012	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-1500 de 16m, con armado B1.	1 u	1.923,47 €/u	1.923,47 €

4025	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-1500 de 22m, con armado B1.	1 u	2.475,06 €/u	2.475,06 €
4026	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-1500 de 26m, con armado B1.	7 u	2.690,66 €/u	18.834,62 €
4027	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-1500 de 28m, con armado B1.	5 u	2.812,07 €/u	14.060,37 €
4028	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-2500 de 24m, con armado B1.	1 u	3.210,74 €/u	3.210,74 €
4027	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-3500 de 20m, con armado B1.	1 u	3.386,19 €/u	3.386,19 €
4028	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-3500 de 12m, con armado H-2.	1 u	1.669,46 €/u	1.669,46 €
4029	Suministro, hacinamiento, izado y nivelación del apoyo metálico galvanizado de celosía mod. GRACO-66kV-3500 de 16m, con armado H-2,5.	1 u	1.917,02 €/u	1.917,02 €
4014	Conversión aérea-subterránea completa final de línea con soporte existente. Pararrayos 42 kV de INAEL con herrajes y botellas terminales. Incluyendo seccionador vertical 52 kV/400 A, banqueta de maniobras y herrajes.	2 u	3.501,69 €/u	7.003,38 €
4016	Electrodo y PAT soporte zona de pública concurrencia con cable de 50 mm ² , terminales rectos de compresión, tuercas, tornillos y arandelas, tubo aislante acero galvanizado 300 mm Ø Totalmente montado.	18 u	572,41 €/u	10.303,30 €

4846	Cadena de amarre completa, compuesta por aislador CS70YB45PU, grapa de amarre GA2, horquilla bola HB-16 y rótula larga R16P.	102 u	78,65 €/u	8.021,84 €
6443	Señalización soporte metálico FECSA-ENDESA	18 u	22,48 €/u	404,63 €
8042	Señal de riesgo eléctrico CE-14 bilingüe.	18 u	20,44 €/u	368,01 €

1.1.3. Mano de obra

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
2517	Oficial de 1ª soldador	70 horas	21,93 €/h	1.535,19 €
2476	Oficial de 1ª electricista.	120 horas	21,64 €/h	2.596,66 €
2473	Ayudante de electricista	130 horas	18,80 €/h	2.444,31 €
2539	Cuadrilla formada por oficial de 1ª y peón.	120 horas	42,30 €/h	5.075,77 €

TOTAL LÍNEA AÉREA DE AT: 171.590,97 €

#CIENTO SETENTA Y UN MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS#

1.2. Línea subterránea de AT

1.2.1. Obra civil

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
5641	1 Retroexcavadora con martillo rompedor	320 horas	45,42 €/h	14.535,06 €
5747	1 camión cuba cemento	40 horas	49,00 €/h	1.960,17 €
5682	1 Pala cargadora 1,2 m ³	240 horas	46,31 €/h	11.114,76 €
5743	2 Camión volquete 12 t de capacidad.	240 horas	54,85 €/h	13.164,60 €
6101	Hormigón en masa H-100 kg/cm ² , con grueso máximo del granulado de 40 mm.	845 m ³	79,55 €/h	67.219,35 €

1.2.2. Materiales y unidades constructivas

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
3359	Suministro y tendido de un circuito simple en rasa existente de cable de AT designación VOLTALENE H26/45 kV AL RHZ1-OL de sección (1x240) mm ² .	3.112 m	14,83 €/m	46.163,07 €
3361	Suministro y tendido de un circuito simple en rasa existente de cable de AT designación VOLTALENE H26/45 kV AL RHZ1-OL de sección 3(1x240) mm ² en tubular.	1.775,5 m	18,21 €/m	32.328,98 €
7180	Terminal apantallado para cables de 240 mm ² de sección y aislamiento de 72 kV mod. COLDFIT.	102 m	219,31 €/m	22.369,88 €
7072	Cinta de polietileno para señalización de cable subterráneo en zanja.	1.600 m	0,52 €/m	838,26 €
6681	Zanja de 1 circuito acera, losetas normales	1.500 m	91,98 €/m	137.965,85 €

1.2.3. Varios

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
1070	Ensayo tripolar cable enterrado	3 u	564,36 €/u	1.693,09 €

1.2.4. Mano de obra

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
2477	Oficial de 1ª electricista	90 horas	21,64 €/h	1.947,42 €
2473	Ayudante de electricista	70 horas	18,80 €/h	1.316,00 €
2540	Cuadrilla formada por oficial de 1ª, oficial de 2ª y peón.	180 horas	42,30 €/h	7.613,64 €

TOTAL LÍNEA SUBTERÁNEA DE AT: 360.230,13 €

#TRECIENTOS SESENTA MIL DOSCIENTOS TRENTA EUROS CON TRECE CÉNTIMOS#

1.3. Centros de transformación

1.3.1. Obra civil

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
8009	Caseta prefabricada ORMAZABAL PFU-4 de superficie para centro de transformación de 1 transformador de hasta 630 kVA 40,5 kV con transporte y montaje en el terreno.	32 u	14.391 €/u	460.512,00 €
5149	Excavación de foso con dimensiones, para la instalación del edificio prefabricado. Posterior acondicionamiento del perímetro una vez instalado.	32 u	1.250,91 €/u	40.029,12 €

1.3.2. Aparellaje de alta tensión

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
8838	Celda Entrada/Salida CGM.3-40,5 kV de ORMAZABAL con interruptor seccionador.	65 u	7.011,66 €/u	455.757,90 €
8841	Celda CGM.3-40,5 kV de ORMAZABAL Protección fusibles.	32 u	9.054,18 €/u	289.733,76 €
3461	Puentes alta tensión 3x(1x95) Al 26/45kV de longitud 3x10 metros. Terminación enchufable acodada de 400 A a celda. Terminal interior conexión a transformador.	32 u	2.012,99 €/u	64.415,68 €

1.3.3. Transformador

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
7503	Transformador llenado integral, de interior y en baño de aceite mineral. Potencia de 630 kVA y relación de transformación 40,5/0,420 kV. Incluye termómetro.	32 u	14.658,40 €/u	469.068,80 €

1.3.4. Equipo de baja tensión

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
7231	Cuadro de distribución de baja tensión con intensidad nominal de 400 A y 4 salidas. Totalmente instalado.	32 u	3.131,23 €/u	100.199,36 €
3355	Puentes transformador-cuadro BT 3x (3x240)+3x (1x240) mm ² . Longitud 3m. Incluye terminales.	32 u	2.218,59 €/u	70.994,88 €

1.3.5. Sistema puesta a tierra

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
6462	Picas en hilera denominación UNESA 8/84. Con 8 picas de 4 metros de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado 0,6/1 kV y elementos de conexión. Instalación según memoria.	64 u	2.497,6 €/u	159.846,40 €

1.3.6. Varios

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
7558	Protección física del transformador, puerta con cerradura.	32 u	274,51 €/u	8.784,32 €
7574	Equipo de iluminación interior del centro de transformación. Incluye alumbrado de emergencia.	32 u	711,87 €/u	22.779,84 €
7466	Equipo de seguridad y maniobra, formado por: banquillo aislante, extintor eficacia 89B, guantes de maniobra, una palanca de accionamiento y un armario de primeros auxilios.	32 u	830,4 €/u	26.572,80 €
7367	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE instalada.	32 u	17,56 €/u	561,92 €

1.3.7. Mano de obra

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
2477	Oficial de 1ª electricista	250 horas	21,64 €/h	5.409,50 €
2473	Ayudante de electricista	250 horas	18,80 €/h	4.700,00 €
2540	Cuadrilla formada por oficial de 1ª, oficial de 2ª y peón.	250 horas	42,30 €/h	10.574,50 €

TOTAL CENTROS DE TRANSFORMACIÓN: 2.189.940,78 €

**#DOS MILLONES CIENTO OCHENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON
SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS #**

1.4. Equipos de protección individual

Código	Descripción	Unidades	Precio unidad	Precio total
9014	Botas seguridad	30 pares	68,43 €/par	2.052,77 €
9144	Guantes aislantes	15 pares	73,69 €/par	1.105,32 €
9142	Mono de trabajo liso	30 u	77,86 €/u	2.335,91 €
9244	Casco de obra	30 u	3,046 €/u	91,38 €
9257	Gafas protectoras	30 u	20,66 €/u	619,91 €
9587	Cascos antirruidos	30 u	6,65 €/u	199,49 €
9139	Arnés de seguridad	8 u	58,86 €/u	470,87 €
9040	Cuerda de seguridad 50 m	8 u	26,47 €/u	211,75 €
9111	Amarres de seguridad	8 u	4,50 €/u	36,04 €
9102	Botas aisladas electricista	15 u	85,80 €/u	1.287,00 €

TOTAL EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL: 8.410,42 €

#OCHO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS#

1.5. Conceptos adicionales

1.5.1. Ingeniería, topografía y proyecto

Proyecto y dirección de obra (8% valoración de la obra):	218.413,78 €
Estudio de resistividad del terreno:	2.450 €

1.5.2. Legalización y puesta en marcha

Colegios oficiales (costes visados):	2.870 €
Industria (costes de tramitación):	627,83 €
Permisos y licencias ayuntamiento:	2.295,32 €

1.5.3. Otros conceptos

Pérdidas generales (6 % valoración de la obra)	163.810,34 €
--	--------------

TOTAL CONCEPTOS ADICIONALES1: 390.467,27 €

**#TRESIENTOS NOVENTA MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON VEINTISIETE
CÉNTIMOS#**

CAPÍTULO 2

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Línea aérea de AT:	171.590,97 €
Línea subterránea de AT:	360.230,13 €
Centros de Transformación:	2.189.940,78 €
Equipos de protección individual:	8.410,42 €
Conceptos adicionales:	390.467,27 €
Sub-total:	3.120.639,57 €
I.V.A. (21 %):	655.334,31 €
TOTAL PRESUPUESTO:	3.775.973,88 €

**#TRES MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y TRES CON
OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS#**

La electrificación del polígono industrial La Clota, situado en el municipio de Tona, en la provincia de Barcelona, asciende a un total de:

3.775.973,88 €

**#TRES MILLONES SETECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y TRES CON
OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS#**

Para que quede constancia, se firma el presente a:

(*) Barcelona, 6 de junio de 2017

Carlos Salguero Monje
Ingeniero Técnico Industrial Eléctrico

(*) Este presupuesto presenta una validez de 90 días a partir de la fecha señalada.



